Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science

SCCS | **CSAS**

Secrétariat canadien de consultation scientifique | **Canadian Science Advisory Secretariat**

Document de recherche 2009/050 | **Research Document 2009/050**

Distribution et description des herbiers de zostère du Québec

Distribution and description of eelgrass beds in Québec

Marie-Claude Martel, Lizon Provencher, Cindy Grant, Hans-Frédéric Ellefsen et Selma Pereira

Institut Maurice-Lamontagne / Maurice Lamontagne Institute
Pêches et Océans Canada /Fisheries and Oceans Canada
850, route de la Mer,
CP / P.O. Box 1000,
Mont-Joli, QC
G5H 3Z4

La présente série documente les fondements scientifiques des évaluations des ressources et des écosystèmes aquatiques du Canada. Elle traite des problèmes courants selon les échéanciers dictés. Les documents qu'elle contient ne doivent pas être considérés comme des énoncés définitifs sur les sujets traités, mais plutôt comme des rapports d'étape sur les études en cours.

Les documents de recherche sont publiés dans la langue officielle utilisée dans le manuscrit envoyé au Secrétariat.

Ce document est disponible sur l'Internet à:

This series documents the scientific basis for the evaluation of aquatic resources and ecosystems in Canada. As such, it addresses the issues of the day in the time frames required and the documents it contains are not intended as definitive statements on the subjects addressed but rather as progress reports on ongoing investigations.

Research documents are produced in the official language in which they are provided to the Secretariat.

This document is available on the Internet at:

http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas/

ISSN 1499-3848 (Imprimé / Printed)
ISSN 1919-5044 (En ligne / Online)
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2009
© Her Majesty the Queen in Right of Canada, 2009

Canada

TABLE OF CONTENTS / TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ vii
ABSTRACT viii

1. Introduction 1
1. Introduction 1

2. Sources d'information et méthodes d'inventaire 2
2. Sources of information and survey methods 2

3. Distribution et description des herbiers de zostère de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent du Québec. 4
3. Distribution and description of eelgrass beds in the estuary and Gulf of St. Lawrence in Québec. 4
3.1 Estuaire moyen 5
3.1 Upper estuary 5
3.1.1 Rive Nord (Sainte-Anne-de-Beaupré à Baie-Sainte-Catherine) 6
3.1.1 North shore (Sainte-Anne-de-Beaupré to Baie-Sainte-Catherine) 6
3.1.2 Rive Sud (Montmagny à Cacouna) 6
3.1.2 South shore (Montmagny to Cacouna) 6
3.2 Estuaire maritime 6
3.2 Lower estuary 6
3.2.1 Rive Nord (Tadoussac à Godbout) 6
3.2.1 North shore (Tadoussac to Godbout) 6
3.2.2 Rive Sud (L'Isle-Verte à Les Méchins) 7
3.2.2 South shore (L'Isle-Verte to Les Méchins) 7
3.3 Saguenay (Tadoussac à Saguenay) 8
3.3 Saguenay (Tadoussac to Saguenay) 8
3.4 Golfe / Moyenne-Côte-Nord (Baie Trinité à Natashquan) 8
3.4 Gulf / Middle North Shore (Baie Trinité to Natashquan) 8
3.5 Golfe / Basse-Côte-Nord (Kégaska à Blanc-Sablon) 10
3.5 Gulf / Lower North Shore (Kégaska to Blanc-Sablon) 10
3.6 Golfe / péninsule gaspésienne (Les Méchins à Grande-Rivière) 10
3.6 Gulf / Gaspé Peninsula (Les Méchins to Grande-Rivière) 10
3.7 Golfe / Baie des Chaleurs (Grande-Rivière à Campbelton) 11
3.7 Gulf / Chaleur Bay (Grande-Rivière to Campbellton) 11
3.8 Golfe / Îles-de-la-Madeleine 12
3.8 Gulf / Magdalen Islands 12

4. L'herbier de la Manicouagan 13
4. The Manicouagan eelgrass bed 13
4.1 Étendue et densité de l'herbier 14
4.1 Extent and density of the eelgrass bed 14
4.2 Zostera marina : système foliaire et racinaire 14
4.2 Zostera marina: Foliage and root systems 14
4.3 Comparaison avec d'autres herbiers 15
4.3 Comparison to other eelgrass beds 15
4.4 Faunes de l'herbier 16
4.4 Marine fauna 16
4.4.1 Faune épiphyte 17

4.4.1 Epiphytic fauna 17
4.4.2 Faune benthique 17
4.4.2 Benthic fauna 17
4.4.3 Faune suprabenthique 18
4.4.3 Suprabenthic fauna 18
4.4.4 Faune ichtyenne 18
4.4.4 Ichthyan fauna 18
4.5 Évolution de l'herbier de Manicouagan de 1986 à 2004 19
4.5 Evolution of the Manicouagan eelgrass bed from 1986 to 2004 19

5. Remerciements 20
5. Acknowledgements 20

6. Références/ References 21

Liste des Tableaux / List of Tables

Tableau 1 : Comparaison de la biomasse des systèmes foliaire et racinaire de la zostère marine, de la densité de tige et du ratio F : R. 25
Table 1 : Comparison of eelgrass foliage and root system biomasses, stem density and F: R ratio. 25

Tableau 2 : Comparaison de la densité, du nombre d'espèces et de la diversité (indice de diversité de Shannon-Wiener) des assemblages de la macrofaune dans des herbiers de zostère. Modifié de Boström et al. 2006 26
Table 2 : *Comparison of the density, number of species and diversity (Shannon-Wiener diversity index) of macro fauna assemblages in eelgrass beds, modified from Boström et al. 2006* 26

Liste des Figures / List of Figures

Figure 1 : Répartition de l'herbier autour de la péninsule Manicouagan 27
Figure 1 : Distribution of the eelgrass bed around the Manicouagan peninsula. 27

Figure 2 : Carte de la densité de la zostère marine pour le secteur de Baie Saint-Ludger (BSL) produite à partir des images IKONOS 2004 28
Figure 2: Map showing eelgrass density in the Baie Saint-Ludger (BSL) sector produced based on 2004 IKONOS satellite images. 28

Figure 3 : Évolution de la distribution spatiale de la zostère marine de la péninsule de Manicouagan entre 1986 (rouge), 2002 (rose) et 2004 (toutes couleurs) obtenue par segmentation et analyse des images LANDSAT-5 (1986), ASTER (2002) et IKONOS (2004) 29
Figure 3 : Evolution in the spatial distribution of Manicouagan peninsula eelgrass from 1986 (red) to 2002 (pink) to 2004 (all colours) obtained through segmentation and analysis of LANDSAT-5 (1986), ASTER (2002) and IKONOS (2004) satellite images 29

Liste des Annexes / List of Appendices

Annexe / Appendix 1:
Distribution des herbiers de zostère dans l'estuaire et dans le golfe Saint-Laurent du Québec / Distribution of eelgrass beds in the estuary and Gulf of St. Lawrence in Québec 30

Annexe / Appendix 2 :
Distribution des herbiers de zostère dans l'estuaire moyen / Distribution of eelgrass beds in the upper estuary 31

Annexe / Appendix 3 :
Distribution des herbiers de zostère dans l'estuaire maritime / Distribution of eelgrass beds in the lower estuary 32

Annexe / Appendix 4 :
Distribution des herbiers de zostère dans le golfe: Moyenne-Côte-Nord / Distribution of eelgrass beds in the Gulf : Middle North Shore 33

Annexe / Appendix 5 :
Distribution des herbiers de zostère dans le golfe: Basse-Côte-Nord / Distribution of eelgrass beds in the Gulf : Lower North Shore 34

Annexe / Appendix 6 :
Distribution des herbiers de zostère dans le golfe: péninsule gaspésienne / Distribution of eelgrass beds in the Gulf : Gaspé Peninsula 35

Annexe / Appendix 7 :
Distribution des herbiers de zostère de la Baie des Chaleurs / Distribution of eelgrass beds in Chaleur Bay 36

Annexe / Appendix 8 :
Distribution des herbiers de zostère aux Îles-de-la-Madeleine / Distribution of eelgrass beds off the Magdalen Islands 37

La présente publication doit être citée comme suit :
Correct citation for this publication:

Martel, M.-C., Provencher, L., Grant, C. Ellefsen, H.-F. et Pereira, S. 2009. Distribution et description des herbiers de zostère du Québec. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Doc. de rech. 2009/050. viii + 37p.

Martel, M.-C., Provencher, L., Grant, C. Ellefsen, H.-F. and Pereira, S. 2009. Distribution and description of eelgrass beds in Québec DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/050. viii + 37p.

RÉSUMÉ

Un processus de consultation a eu lieu afin de déterminer si la zostère (*Zostera marina*) respecte les critères des espèces et des attributs des communautés d'importance écologique. Ce document présente la distribution spatiale de la zostère dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent de la province de Québec et une partie des deux études concernant le site d'intérêt de la future zone de protection marine Manicouagan. De manière générale, les herbiers de zostère sont distribués à la grandeur de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent de la province de Québec. Les plus grands herbiers sont ceux situés dans les régions de Manicouagan et de L'Isle-Verte dans l'estuaire maritime, de l'Île Crescent et de la baie d'Aylmer Sound sur la rive nord du Golfe et celui de la Baie de Cascapédia dans la Baie des Chaleurs. La superficie totale estimée des herbiers de zostère de l'estuaire moyen est de 53 hectares ; pour l'estuaire maritime, elle est de 937 hectares pour la rive nord et de 1 340 hectares pour la rive sud. La superficie totale estimée est de 837 hectares pour la péninsule gaspésienne et de 3 266 hectares pour la Baie des Chaleurs. La superficie de l'ensemble des herbiers de la Moyenne et Basse-Côte-Nord est inconnue mais celle des herbiers connus dépasse les 3 000 hectares. La caractérisation de l'herbier montre bien l'importance écologique des herbiers de zostère ceinturant la péninsule de Manicouagan tant par la diversité que l'abondance et la biomasse d'organismes qui y vivent. L'échantillonnage de la faune marine a permis de recenser 99 taxons constituant les faunes épiphyte, benthique, suprabenthique et ichthyenne de l'herbier. Au cours des 20 dernières années, il y a eu une nette augmentation de la distribution de la zostère et la formation de nouveaux bancs dans le secteur de Manicouagan.

ABSTRACT

An advisory process was conducted to determine whether eelgrass (*Zostera mariana*) meets the criteria pertaining to ecologically significant species and community properties. This document presents information on the distribution of eelgrass beds in the estuary and Gulf of St. Lawrence in Québec and some elements of two studies about an area of interest, the future Manicouagan marine protection area. In general, eelgrass beds are geographically distributed throughout the estuary and Gulf of St. Lawrence in the Province of Québec. The largest eelgrass beds are as follow: the bed off Manicouagan, the L'Isle-Verte eelgrass bed in the lower estuary, the one off Île Crescent and in Aylmer Sound bay on the north shore Gulf, and the Cascapédia bed in Chaleur Bay. The total surface area occupied by the various eelgrass beds are as follows: in the upper estuary – 53 hectares; in the lower estuary – 937 hectares along the north shore and 1,340 hectares along the south shore; along the northeastern portion of the Gaspé Peninsula – 837 hectares; in Chaleur Bay – 3,266 hectares. As for the eelgrass beds along the middle and lower North Shore, the total area occupied is not known, but the beds that are known occupy over 3,000 hectares. The characterisation of the eelgrass beds bordering the Manicouagan peninsula clearly show the importance of eelgrass in terms of abundance and diversity as well as the biomass of organisms inhabiting these beds. Marine fauna sampling led to the identification of 99 taxa representing the epiphytic, benthic, suprabenthic and ichthyan fauna of this bed. The Manicouagan eelgrass bed has spread over the last 20 years and new beds have become established.

1. Introduction

La *Loi sur les océans* favorise une approche écosystémique pour appliquer la gestion intégrée des activités humaines. Pour ce faire, les plans de gestion intégrée doivent inclure des objectifs qui tendent à protéger l'écosystème. C'est pourquoi un rehaussement de la protection devait être accordé aux espèces et aux attributs des communautés qui sont particulièrement significatifs pour maintenir les structures et fonctions de l'écosystème. En 2006, un avis scientifique a établi des critères pour les espèces formant des structures physiques, ainsi que les critères pour formuler des objectifs de conservation sur la base des connaissances scientifiques (MPO, 2006). Ces objectifs portent sur des zones d'intérêts écologique et biologique (ZIEB) et sur des espèces d'importances écologiques (EIE). La zostère marine (*Zostera marina*) procure une structure à trois dimensions qui a été considérée importante pour la biodiversité et la productivité. Cette plante peut correspondre à une EIE tel que décrit dans MPO (2006).

Le 4 et 5 mars dernier, un processus de consultation a eu lieu à Moncton pour déterminer si la zostère (*Zostera marina*) rencontre les critères en tant qu'espèce d'importance écologique (EIE). L'objectif de la consultation était d'évaluer l'importance du rôle fonctionnel de la zostère dans les écosystèmes estuariens et côtiers. Pour ce faire, la localisation des herbiers, leurs superficies, la variation temporelle de leur distribution et de leur abondance et leur qualité en tant qu'habitat structural furent évalués pour chacune des régions. Un avis scientifique décrivant l'évaluation et les conclusions de cette consultation a été publié par le Secrétariat canadien de consultation scientifique (MPO, 2009).

1. Introduction

The Oceans Act fosters an ecosystemic approach for the implementation of integrated management of human activities. To this end, integrated management plans must include objectives that tend to protect the ecosystem. This explains why increased protection must be provided to species and community properties that are particularly significant in terms of maintaining ecosystem structures and functions. In 2006, a science advisory report established criteria for defining species with physical structure-providing roles and the criteria for defining scientifically based conservation objectives (DFO 2006). These objectives deal with zones of Ecologically and Biologically Significant Area (EBAS), and with Ecologically Significant Species (ESS). Eelgrass (*Zostera marina*) provides a three-dimensional structure that is considered significant for biodiversity and productivity. This plant can potentially be an ESS as described in DFO (2006).

A science review and an advisory process was conducted March 4 and 5, 2009 to determine whether eelgrass (*Zostera marina*) meets the criteria pertaining to ecologically significant species and community properties. The goal of the scientific review was to evaluate the information pertaining to the structure-providing function of eelgrass in the ecosystem. Specifically, the review included an assessment of the areal extent of eelgrass beds, temporal variations in distribution and abundance, the quality of the structural habitat being provided and the significance of the structural habitat to the overall ecosystem structure and function. A science advisory report describing the assessment and conclusions was published by the Canadian Scientific Advisory Secretariat (DFO 2009).

Le document présent, regroupe l'ensemble des connaissances actuelles de la Région du Québec qui a servi d'information de base pour le processus de consultation sur l'évaluation de la zostère comme EIE. La distribution et la description des principaux herbiers de zostère du Québec (estuaire et golfe du Saint-Laurent) sont présentées. Ensuite, un des grands herbiers de l'estuaire maritime du St-Laurent, l'herbier de la péninsule de Manicouagan, est décrit au niveau de sa faune et de sa flore, de son importance écologique, et de son évolution temporelle, selon les études de Grant et Provencher (2007) et Provencher et Deslandes (non publié).

This document provides an overview of knowledge of eelgrass in Québec. The information presented pertains to the principal eelgrass beds for the estuary and the Gulf of St. Lawrence portions only of Quebec. More detailed descriptions of the features of one of the most important eelgrass beds in estuary of the St. Lawrence, the Manicouagan peninsula, is provided. The information was taken from the studies of Grant and Provencher (2007), and Provencher and Deslandes (unpublished) and includes detailed descriptions of the fauna and flora found within the bed, the importance of the beds to the ecosystem, and its temporal evolution.

2. Sources d'information et méthodes d'inventaire

La présente section décrit sommairement les méthodes utilisées et les principales sources d'informations qui ont été utilisées dans ce document. Une des difficultés rencontrées pour dresser le portrait global de la section « distribution et description des herbiers » tient aux différentes techniques d'inventaire utilisées et aux limites de chacune. Les résultats n'étaient pas toujours comparables d'une étude à l'autre.

Le rapport de Lemieux et Lalumière (1995) de la répartition de la zostère est celui le plus souvent consulté et constitue le principal document de référence malgré ses 15 ans. Lemieux et Lalumière (1995) ont réalisé différents inventaires des herbiers de zostère. En 1994, une zone d'étude a été inventoriée par des survols héliportés. Ces survols ont été réalisés à basse altitude et lors de la marée basse. Il est important de noter que l'emplacement exact, le contour et la dimension des herbiers ont été évalués directement lors des survols. Les herbiers ont été directement reportés sur les cartes topographiques au 1 : 50 000. Seules quelques vérifications sur le terrain ont été

2. Sources of information and survey methods

This section briefly describes the methods used and the principal sources of information we consulted while preparing this document. One of the difficulties we encountered when preparing the comprehensive portrait presented in the section, "distribution and description of eelgrass beds", lies in the limits of the individual studies consulted and the survey methods used to conduct those studies. Consequently, the findings were not always comparable from one study to the next.

The report by Lemieux and Lalumière (1995) on eelgrass distribution is the principal reference document and the one used most often despite the fact that it is 15 years old. Lemieux and Lalumière (1995) conducted and summarized several studies of eelgrass beds. In 1994, a study zone was surveyed by means of low-altitude helicopter overflights at low tide. The precise locations, contours and dimensions of the eelgrass beds were assessed directly during the overflights. The eelgrass beds identified during this survey were directly recorded on topographic maps with a scale of 1:50,000. Only a few in-field verifications

effectuées. Les herbiers de petite taille n'ont probablement pu être distingués lors de cet inventaire aérien.

were done. Small eelgrass beds went probably unnoticed during this aerial survey.

Ce rapport de 1995 a été complété par une de leur première cartographie de la répartition de la zostère faite en 1989 à bord d'une embarcation. D'autres cartes de répartition de la zostère de certains barachois de la Baie des Chaleurs et de la péninsule Manicouagan ont été ajoutées cet inventaire de 1994 (Lemieux et Lalumière 1995).

To the survey information from 1994 were added maps of eelgrass distribution prepared in 1989 based on data gathered from a boat-based survey. Other maps showing eelgrass distribution in some saltwater marshes along Chaleur Bay and off Manicouagan peninsula were included in the report (Lemieux and Lalumière 1995).

Les données des différents inventaires décrits ci-dessous ont été utilisées pour compléter la distribution des herbiers présentés dans ce document. Lorsque disponible, la superficie des herbiers inventoriés est précisée dans le texte.

The data obtained through the various surveys described below were used to round out the information on the distribution of eelgrass beds. Whenever the information was available, the areal surfaces of surveyed eelgrass beds are indicated in the text.

Le Conseil Régional de l'Environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine (CREGIM) a réalisé un inventaire en 2004 sur plusieurs herbiers de sa région. Cet inventaire a été réalisé par des échantillonnages sur le terrain et permet de connaître la densité des herbiers de zostère.

The Conseil Régional de l'Environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine (CREGIM) conducted a survey in 2004 of a number of eelgrass beds in their region. This survey was conducted by taking samples in the field, and it provides information on the density of eelgrass beds.

Un inventaire réalisé en 2000 par le Comité ZIP Côte-Nord du Golfe effectué en embarcation a permis de trouver une douzaine d'herbiers d'importance sur la Côte-Nord mais aucun échantillonnage sur le terrain n'a permis de compléter cet inventaire.

A 2000 survey by the Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, conducted using a boat, led to the discovery of a dozen major eelgrass beds along the North Shore. No sampling was done to complete this survey.

Le Comité Côtier Les Escoumins à la rivière Betsiamites (CCERB) a réalisé un bref inventaire héliporté de son secteur en 2004. Ils ont survolé la zone côtière lors de marées de vives-eaux, à mer basse, afin de localiser les principaux bancs de zostère marine, déterminer leurs importances et obtenir leurs coordonnées géographiques.

The Comité côtier Les Escoumins à la rivière Betsiamites (CCERB) conducted a brief survey by helicopter in their area in 2004. The information, gathered by flying along the coast during spring tides at low tide, included the location of the principal eelgrass beds, their sizes and their geographic coordinates.

Certaines données proviennent du Réseau de suivi de la zostère. L'objectif du réseau est d'acquérir de meilleures connaissances sur la

Some data came from the Eelgrass Monitoring Network. Since 2004, the network objective is to acquire greater

diversité des espèces de poissons qui fréquentent cet habitat, et ce depuis 2004.

Le dernier suivi (2009) a été effectué par Pêches et Océans Canada et certains de leurs partenaires. Il a porté sur huit herbiers de zostère distribués le long des côtes du golfe et l'estuaire du Saint-Laurent de la province de Québec.

D'autres résultats de différentes études ponctuelles ont aussi été rapportés dans ce document. Dans ce cas, la technique et la référence sont mentionnées dans le texte. Finalement, des connaissances d'employés du MPO complètent les sources d'identification des herbiers de zostère présentés dans ce document.

Les données concernant l'herbier de la péninsule de Manicouagan présentées dans ce document proviennent majoritairement des études scientifiques de Grant et Provencher (2007) et de Provencher et Deslandes (non publié).

3. Distribution et description des herbiers de zostère de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent du Québec.

Les herbiers de zostère sont distribués à la grandeur de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent de la province de Québec (Annexe / Appendix 1). Les herbiers les plus à l'ouest sont dans l'estuaire moyen vis-à-vis Les Prairies près de Baie-Saint-Paul. La salinité en amont de ce point de l'estuaire moyen est probablement trop faible pour la survie de la zostère. Vers l'est, les herbiers sont éparpillés tout le long de la Haute, Moyenne et Basse-Côte-Nord et ils sont présents sur la pointe de la Gaspésie, dans la Baie des Chaleurs et aux Îles-de-la-Madeleine. Généralement, l'amont des estuaires, les baies et les anses protégées constituent de bons milieux de croissance. Dans l'ensemble, les herbiers de l'estuaire moyen et maritime du Saint-Laurent ont tendance à croître en milieu intertidal tandis que ceux de la Baie des Chaleurs et des Iles-de-la-Madeleine

knowledge about the diversity of fish species present in this habitat.

The most recent survey was conducted in 2009 by DFO and some of their partners. It occurred in eight eelgrass beds in the estuary and Gulf of St. Lawrence in the Province of Québec.

Other findings resulting from specific studies have also been reported in this document. In such cases, the technique used and the reference are provided in the text. Finally, the eelgrass bed identification information obtained from all the sources presented in this document was rounded out by personal knowledge from DFO staff.

The data on the eelgrass bed off the Manicouagan peninsula presented in this document was drawn largely from the studies conducted by Grant and Provencher (2007), and Provencher and Deslandes (unpublished).

3. Distribution and description of eelgrass beds in the estuary and Gulf of St. Lawrence in Québec.

Eelgrass beds are geographically distributed throughout the estuary and the Gulf of St. Lawrence in the Province of Québec (Annexe / Appendix 1). The westernmost eelgrass beds lie in the upper estuary off Les Prairies near Baie-Saint-Paul. The salinity in the upper estuary upstream from this point is probably too low to support eelgrass. Towards the east, eelgrass beds are scattered all along the Upper, Middle and Lower North Shores, and are present at the tip of the Gaspé Peninsula, in Chaleur Bay and in the waters off the Magdalen Islands. Areas upstream to estuaries, bays and protected coves are generally environments suitable for eelgrass growth. Generally speaking, the eelgrass beds in the upper and lower estuaries of the St. Lawrence tend to grow in intertidal

sont davantage subtidaux.

Les plus grands herbiers sont ceux situés dans les régions de Manicouagan (1 463 ha) et de L'Isle-Verte (962 ha) dans l'estuaire maritime, de l'Île Crescent et de la baie d'Aylmer Sound (1 249 ha) sur la rive nord du golfe et celui de la Baie de Cascapédia (1629 ha) dans la Baie des Chaleurs. La superficie totale estimée des herbiers de zostère de l'estuaire moyen est de 53 hectares ; pour l'estuaire maritime, elle est de 1 640 hectares pour la rive nord et de 1 340 hectares pour la rive sud. La superficie totale estimée est de 837 hectares pour la péninsule gaspésienne et de 3 266 hectares pour la Baie des Chaleurs (Lemieux et Lalumière 1995, Grant et Provencher 2007). La superficie de l'ensemble des herbiers de la Moyenne et Basse-Côte-Nord est inconnue mais celle des herbiers connus dépasse les 3 000 hectares (Calderon 2001, Calderon 1996).

3.1 Estuaire moyen

Il y a très peu d'herbiers de zostère dans l'estuaire moyen, ils occupent seulement 53 hectares dont 22 ha sur la rive nord et 31 hectares sur la rive sud. Les herbiers répertoriés sont mentionnés ci-dessous (Annexe / Appendix 2). Toutefois, il est fort possible que d'autres petits herbiers circonscrits existent dans l'estuaire moyen et qui n'ont pas été détectés lors des survols aéroportés. Les sources d'information ayant servi à cartographier la végétation intertidale étaient toutes basées sur des survols aériens.

3.1.1 Rive Nord (Sainte-Anne-de-Beaupré à Baie-Sainte-Catherine)

Selon Lemieux et Lalumière (1995), les seuls herbiers répertoriés ne couvraient pas de grandes superficies et étaient vis-à-vis Les Prairies et dans l'Anse du Chafaud aux

environments while those in Chaleur Bay and Magdalen Islands are more often found in subtidal areas.

The largest eelgrass beds are as follow: the bed off Manicouagan (1,463 ha), the L'Isle-Verte (962 ha) eelgrass bed in the lower estuary, the one off Île Crescent and in Aylmer Sound bay (1 249 ha) on the north shore Gulf, and the Baie de Cascapédia bed (1,629 ha) in Chaleur Bay. Lemieux and Lalumière (1995) and Grant and Provencher (2007) have estimated the total areal surface occupied by the various eelgrass beds to be as follows: in the upper estuary – 53 hectares; in the lower estuary – 1,640 hectares along the north shore and 1,340 hectares along the south shore; along the northeastern portion of the Gaspé Peninsula – 837; and in Chaleur Bay – 3,266 hectares. As for the eelgrass beds along the Middle and Lower North Shore, the total area occupied by all eelgrass beds present there is not known, but the beds that are known occupy over 3,000 hectares (Calderon 2001, Calderon 1996).

3.1 Upper estuary

There are very few eelgrass beds in the upper estuary; they occupy only 53 hectares – 22 along the north shore and 31 along the south shore. The recorded eelgrass beds are discussed below (Annexe / Appendix 2). It is possible that other small localised eelgrass beds exist in the upper estuary but they were not detected during the overhead flights. The information that was used to map intertidal vegetation was all obtained by means of overflights.

3.1.1 North shore (Sainte-Anne-de-Beaupré to Baie-Sainte-Catherine)

According to Lemieux and Lalumière (1995), the only recorded eelgrass beds do not occupy large surface areas and were located off Les Prairies and in Anse

Basques.

3.1.2 Rive Sud (Montmagny à Cacouna)

Le seul herbier répertorié sur la rive sud est vis-à-vis Cacouna (Lemieux et Lalumière, 1995). Cet herbier est échantillonné par le Cégep de La Pocatière depuis 2008, partenaire du Réseau de suivi de la zostère.

3.2 Estuaire maritime

Dans l'estuaire maritime, les pentes douces bien abritées derrière les îles, le fond des baies et l'embouchure des rivières sont propices à la déposition de sédiments fins et au développement des marais salés et des herbiers de zostère. (Annexe / Appendix 3).

3.2.1 Rive Nord (Tadoussac à Godbout)

Selon Lemieux et Lalumière (1995), il y a quelques herbiers de petites dimensions entre Tadoussac et Godbout qui bénéficient de la protection offerte par de longs estrans à pente faible (ex. batture à Théophile et Baie de Mille-Vaches). Depuis 1995, des herbiers ont été repérés dans des baies, anses et estuaires de rivières telles que la Baie Laval, l'embouchure de Rivière du Sault au Mouton, la Pointe-à-Émile et Patte de lièvre (Comité Côtier Les Escoumins à la rivière Betsiamites 2004). La zostère est aussi présente aux Îlets Boisés, à la barre de Portneuf, aux Îlets Jérémie, à la Grande baie de Saint-Nicolas, (Heppell et al. 2000), à la Baie des Plongeurs et dans l'estuaire de la Rivière Blanche (Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire, 2008). De plus, le plan de conservation du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent (2000), a identifié des herbiers dans la Baie des Petites Bergeronnes (35,5 ha), dans la Baie des Grandes Bergeronnes (12 ha), dans la Baie de Bon-Désir (2 ha) et à l'Anse à la Cave (1,5 ha).

L'immense batture qui ceinture la péninsule

du Chafaud aux Basques.

3.1.2 South shore (Montmagny to Cacouna)

Along the south shore, the only recorded eelgrass bed lies off Cacouna (Lemieux and Lalumière, 1995). This eelgrass bed has been sampled since 2008 by the Cégep de La Pocatière, an Eelgrass Monitoring Network partner.

3.2 Lower estuary

In the Lower estuary, the well-sheltered, gentle slopes behind islands, at the backs of bays and at river mouths are conducive to the deposit of fine sediment and the development of saltmarshes and eelgrass beds. (Annexe / Appendix 3).

3.2.1 North shore (Tadoussac to Godbout)

According to Lemieux and Lalumière (1995), there are a few small eelgrass beds between Tadoussac and Godbout that take advantage of the protection offered by long, shallow-sloped foreshores (i.e. the Batture à Théophile and Baie de Mille-Vaches). Since 1995, the presence of beds has been reported in bays, coves and river estuaries like Baie Laval, the mouth of Rivière du Sault au Mouton, Pointe à Émile and Patte de Lièvre (Comité Côtier des Escoumins à la rivière Betsiamites 2004). Other eelgrass beds exist at Îlets Boisés, the Porneuf bar, Îlets Jérémis and Saint-Nicolas bay (Heppell et al. 2000) as well as in the Baie des Plongeurs and the Rivière Blanche estuary (Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire 2008). In addition, the Saguenay – St. Lawrence Marine Park conservation plan (2000) identified eelgrass beds in Baie des Petites Bergeronnes (35.5 ha), Baie des Grandes Bergeronnes (12 ha), Baie de Bon-Désir (2 ha) and Anse à la Cave (1.5 ha).

The immense foreshore bordering the

Manicouagan constitue un milieu pour la croissance de la zostère. L'herbier de la péninsule de Manicouagan est réparti en trois secteurs distincts et représente une superficie totale de 1 463 hectares (Grant et Provencher 2007). Cet herbier a été caractérisé par Grant et Provencher (2007) et la dernière section de ce document y est consacrée. Toujours dans le secteur de Baie-Comeau, des herbiers de petites tailles ont été répertoriés le long de la plage Champlain et du parc des Pionniers (Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire, 2008). Les herbiers du parc des Pionniers proviennent de transplantation de zostère de 1999. Dix ans plus tard, ils sont toujours implantés et ont pris de l'expansion (H.-F. Ellefsen, MPO., comm. pers.)

Manicouagan peninsula is an environment conducive to eelgrass growth. The eelgrass bed there is divided into three distinct sectors which together total 1,463 hectares (Grant and Provencher, 2007). This eelgrass bed has been characterised by Grant and Provencher (2007) and the last section of this document deals exclusively with it. Also in the Baie Comeau sector, small eelgrass beds have been recorded along Champlain beach and parc des Pionniers (Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire 2008). The eelgrass beds inside parc des Pionniers were transplanted there in 1999. Ten years later, they are still present and have in fact expanded (H.-F. Ellefsen, DFO, pers.l comm.).

3.2.2 Rive Sud (L'Isle-Verte à Les Méchins)

La majorité des herbiers de la rive sud sont de bonnes dimensions et bénéficient de la présence des îles comme protection. Les herbiers dans les régions de L'Isle-Verte (962 ha), de Trois-Pistoles (139 ha), de Rimouski et de Pointe-au-Père (225 ha) en sont de bons exemples. De plus, ils ont été localisés par des études sur le terrain. De petits herbiers isolés sont également formés ailleurs tel que celui à l'embouchure de la Rivière Mitis (Lemieux et Lalumière, 1995, Vaillancourt et Lafontaine 1999), celui de la Rivière du Sud-Ouest au Bic et celui de la baie de Saint-Fabien (P. Nellis, MPO, Comm. pers.).

3.2.2 South shore (L'Isle-Verte to Les Méchins)

Most of the eelgrass beds are of good size and take advantage of the protective environment created by islands. The eelgrass beds at L'Isle-Verte (962 ha), Trois-Pistoles (139 ha), Rimouski and Pointe-au-Père (225 ha) are good examples of this. In addition, they have been validated by in-field studies. Small isolated eelgrass beds have also become established elsewhere: examples include the one at the mouth of Rivière Mitis (Lemieux and Lalumière 1995, Vaillancourt and Lafontaine 1999), the one at Rivière du Sud-Ouest in Bic and the one in Saint-Fabien bay (P. Nellis, DFO, pers. comm.).

Lemieux et Lalumière (1995) et Lemieux (1996) ont estimé à l'époque la superficie de l'herbier de zostère de Rimouski à 218 hectares. Toutefois, les observations sur le terrain issues du Réseau de suivi de la zostère (2005 et 2008) tendent à montrer que l'herbier de Rimouski est en évolution. Ainsi, ces dernières années, l'herbier de zostère a été observé beaucoup plus près de la rive dans la portion est et il est beaucoup plus près de la rivière Rimouski que dans la cartographie de 1995. Il semble que l'herbier

Lemieux and Lalumière, (1995) and Lemieux, (1996) had estimated the Rimouski eelgrass bed area to be 218 hectares at the time. However, in-field observations by the Eelgrass Monitoring Network (2005 and 2008) tend to show that this bed is evolving. For instance, in recent years it has been observed much closer to the shore in the eastern sector and it is much closer to Rivière Rimouski than when mapped in 1995. The eelgrass bed appears to have migrated from

a migré du large vers la rive car la zone d'échantillonnage hors zostère de 2005 et 2006 se retrouve précisément dans l'herbier inventorié en 1995. Des travaux de photo-interprétations satellitaires couplées avec une validation terrain en 2008 semblent démontrer que l'herbier principal de Rimouski, situé à l'est de la rivière, s'est aussi étendu puisqu'il aurait maintenant une superficie de 237 hectares. Plus de 75% de l'herbier aurait des densités de végétation de plus de 50%.

3.3 Saguenay (Tadoussac à Saguenay)

Selon les différentes cartographies disponibles dont celle du plan de conservation du parc marin du Saguenay-Saint-Laurent (2000), la zostère est absente du fjord du Saguenay. Des travaux sur le terrain effectué par le Comité ZIP Saguenay à l'Anse Saint-Étienne (Tremblay, 2007) et à l'Anse Saint-Jean (Tremblay, 2006) n'ont pas permis de trouver de la zostère.

3.4 Golfe / Moyenne-Côte-Nord (Baie Trinité à Natashquan)

L'étude de Calderon (1996) a délimité l'herbier de la Baie des Sept Îles par un survol en hélicoptère d'une altitude moyenne de 100 pieds durant la marée basse. Elle a permis de cartographier la répartition des algues (algues brunes et algues rouges) et de la zostère dans cette baie (Annexe / Appendix 4). Dans les secteurs nord et nord-est de la baie les herbiers sont discontinus. Dans le secteur ouest de la baie, la zostère couvrait 100 % de la zone inférieure de l'estran vaseux formant un herbier continu d'environs 400 hectares. Cet herbier fait l'objet d'un échantillonnage régulier par le Réseau de suivi de la zostère depuis 2005. D'autres travaux sur le terrain effectués en 2008 par le Comité ZIP Côte-Nord du Golfe ont permis de localiser un herbier d'importance dans la Baie des Homards et un autre plus petit aux Îles de Mai à l'ouest de Sept-Îles (Bourque et Malouin, 2009). En 2008, des herbiers le long de la rue Arnaud à

offshore in to the shore because the sampling zone where no eelgrass was located in 2005 and 2006 is in the exact spot where the eelgrass bed was surveyed in 1995. Satellite photo interpretation, combined with in-field validation in 2008 appear to show that the main Rimouski eelgrass bed, located east of the river, has also spread since it now covers 237 hectares; furthermore, over 75% of the eelgrass bed apparently has a vegetation density that exceeds 50%.

3.3 Saguenay (Tadoussac to Saguenay)

According to the various maps available, including the one in the Saguenay – St. Lawrence Marine Park conservation plan (2000), there is no eelgrass in the Saguenay fjord. Field work by the Comité ZIP Saguenay in Anse Saint-Étienne (Tremblay, 2007) and Anse Saint-Jean (Tremblay, 2006) has not shown any eelgrass to be present.

3.4 Gulf / Middle North Shore (Baie Trinité to Natashquan)

Calderon (1996) delimited the eelgrass bed in Baie des Sept Îles by means of a helicopter overflight at an altitude of 100 feet at low tide. This overflight served to map the distribution of algae (brown and red algae) and eelgrass in this bay (Annexe / Appendix 4). In the north and northeastern sectors of the bay, its coverage varies, forming discontinuous eelgrass beds. In the western sector of the bay, the eelgrass covers 100% of the lower area of the muddy foreshore, forming an uninterrupted eelgrass bed of about 400 ha in size. This eelgrass bed has been regularly sampled by the Eelgrass Monitoring Network since 2005. Other field work from Comité ZIP Côte-Nord du Golfe in 2008 served to locate a large eelgrass bed in Baie des Homards and a smaller one in Îles de Mai, west of Sept-Îles (Bourque et Malouin, 2009). In 2008, eelgrass beds were identified for the

l'est de la Baie des Sept Îles ont été identifiés pour la première fois (H.-F. Ellefsen, MPO., comm. pers.). Au nord de Havre-Saint-Pierre, des herbiers de zostère sont abondants autour des îles de la Grosse Romaine et de la Petite Romaine et en bordure de la côte à l'est de la pointe à Aisley.

La zostère est présente ailleurs sur la Moyenne-Côte-Nord mais les études disponibles ne permettent pas de cartographier des polygones de présence ou d'abondance. Toutefois, plusieurs petits herbiers de zostère se sont développés dans les endroits protégés. Ces herbiers ont été identifiés sur le terrain sans qu'un rapport ou un document officiel ne les rapporte.

Il n'y a pas eu d'étude spécifique sur la zostère à l'Île d'Anticosti. Le seul marais important de l'île est situé dans le Grand Lac Salé et il est dominé par une herbaçaie salée qui n'est immergée que par les marées d'équinoxe (bilan régional-Côte-Nord-Anticosti de Gagnon, 1997). Toutefois, il y a quelques regroupements de zostère étendus de manière sporadique dans la Baie Ellis, près du quai de Port-Menier (Danièle Morin, MRNF, comm. pers.). Selon le peu d'information trouvée, la zostère semble peu fréquente sur cette île.

3.5 Golfe / Basse-Côte-Nord (Kégaska à Blanc-Sablon)

Un inventaire réalisé en 2000 par le comité ZIP Côte-Nord du Golfe a permis d'identifier une douzaine d'herbiers d'importance totalisant plus de 2 600 hectares (Annexe / Appendix 5). Parmi les plus importants, mentionnons celui de l'Île Crescent et de la baie d'Aylmer Sound (1 250 ha) et Baie Plate (354 ha) dans le secteur Tête à la Baleine et celui du Havre Bluff (417 ha). Dans le secteur de Kégaska, on y retrouve des herbiers de zostère plus spécifiquement dans : la Baie aux Huîtres et l'Anse aux Huîtres, l'est de la Baie Kégaska, la Rivière Mistassini et la Baie Pepihtnahu. Dans le secteur de Wolf Bay, les

first time along Rue Arnaud east of Baie des Sept Îles (H.-F. Ellefsen, DFO, pers. comm.). North of Havre-Saint-Pierre, eelgrass beds are adundant around Grosse Romaine and Petite Romaine Islands and along the east coast of Pointe à Aisley.

Eelgrass is present elsewhere along the Middle North Shore but the related studies could not be used to map presence polygons or abundance polygons. However, several small eelgrass beds have become established in protected places. These eelgrass beds were identified in the field, but they do not appear in any reports or official documents.

No specific studies have been done on eelgrass at Anticosti Island. The only major marsh on the island is located in Grand Lac Salé and it is dominated by a salt herbaceous meadow that is underwater only during equinox tides (according to the regional Côte-Nord-Anticosti report prepared by Gagnon, 1997). However, there is some eelgrass that spread sporadically in Baie Ellis, close to Port-Menier wharf (Danièle Morin, MRNF, pers. comm.). Based on what little information we could find, there appears to be little eelgrass on Anticosti Island.

3.5 Gulf / Lower North Shore (Kégaska to Blanc-Sablon)

A survey conducted in 2000 by the Comité ZIP Côte-Nord du Golfe identified a dozen large eelgrass beds that together occupy over 2,600 ha (Annexe / Appendix 5). The largest of these include the one off Île Crescent and in Aylmer Sound bay (1,250 ha), the one in Baie Plate (354 ha) in the Tête à la Baleine sector and the one at Havre Bluff (417 ha). In the Kégaska sector, there are eelgrass beds in the following areas: Baie aux Huîtres and Anse aux Huîtres, east of Baie Kégaska; in Rivière Mistassini and Baie Pepihtnahu in the Wolf Bay sector; in Baie

herbiers sont dans la Baie Coacoachou, la Baie Tertiary Shell et la Baie Coconipi. Dans le secteur St-Augustin, ils sont dans la Baie Saint-Augustin (Calderon, 2001) et dans la Baie des Belles Amours près de Blanc-Sablon (H.-F. Ellefsen, MPO, comm. pers.).

3.6 Golfe / péninsule gaspésienne (Les Méchins à Grande-Rivière)

De Les Méchins à Cap-Gaspé, il y a peu d'herbiers de zostère car il y a peu d'endroits abrités, favorables à son développement (Annexe / Appendix 6). La côte est relativement rectiligne, très exposée aux vagues et aux glaces. Toutefois, il semblerait qu'il y aurait de petits herbiers très localisés et isolés à l'intérieur des embouchures de rivières où les estuaires forment des baies. Des exemples sont dans les régions de Cap-Chat, L'Anse-Pleureuse, Gros-Morne et Cloridorme (Lemieux et Lalumière 1995).

De Cap-Gaspé à Grande-Rivière les herbiers sont fréquents. La zostère est retrouvée à l'abri des courants forts, dans les zones toujours inondées et où l'intrusion marine est constante. Dans la baie et le havre de Gaspé, elle forme des bandes et des herbiers continus. Le Conseil Régional de l'Environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine (2004) a réalisé un inventaire de l'herbier du barachois de la Rivière Saint-Jean. Selon l'auteur, la zostère aurait pris de l'expansion depuis l'inventaire de Lemieux et Lalumière de 1995. L'herbier occuperait maintenant presque toute la lagune.

Les herbiers de Penouille et de la Rivière Saint-Jean, les deux situés dans la Baie de Gaspé, font partie des herbiers visités annuellement dans le cadre des activités du Réseau de suivi de la zostère. Le barachois de Malbaie abrite de grands herbiers de zostère dans ses sections nord et ouest (Harvey et al. 1995, Pesca 1996). Selon les sources disponibles, il s'agit d'un herbier

Coacoachou, Baie Tertiary Shell and Baie Coconipi in the St-Augustin sector; in Baie St-Augustin. (Calderon, 2001) and finally, in Baie des Belles Amours west to Blanc-Sablon (H.-F. Ellefsen, DFO, pers. comm.).

3.6 Gulf / Gaspé Peninsula (Les Méchins to Grande-Rivière)

From Les Méchins to Cap Gaspé, there are few eelgrass beds since the sheltered spots the species needs to become established are rare in this area (Annexe / Appendix 6). The coast is relatively straight and very exposed to waves and ice. However, there are apparently small, very localised and isolated eelgrass beds inside river mouths where the estuaries form bays. Some examples are in the sectors of Cap-Chat, L'Anse-Pleureuse, Gros-Morne and Cloridorme (Lemieux and Lalumière 1995).

From Cap Gaspé to Grande-Rivière, the beds are very prevalent. The eelgrass grows in areas sheltered from strong currents in places that are always flooded and where saltwater intrusion is constant. In Gaspé Bay and the harbour, eelgrass grows in bands and larger uninterrupted beds. The Conseil Régional de l'Environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine (2004) conducted a survey of the eelgrass bed in the Rivière Saint-Jean. According to the report's author, eelgrass has expanded there since the 1994 survey done by Lemieux and Lalumière (1995). The eelgrass bed now apparently occupies nearly the entire lagoon.

The Penouille and Rivière Saint-Jean eelgrass beds, both located in Gaspé Bay, are included in the annual monitoring program carried out by the Eelgrass Monitoring Network. The northern and western sections of the Malbaie barachois contain large eelgrass beds (Harvey et al. 1995; Pesca 1996). Available sources show this eelgrass bed to be

discontinu.

3.7 Golfe / Baie des Chaleurs (Grande-Rivière à Campbelton)

Les barachois estuariens et les barachois lagunaires très présents dans cette région ont la particularité d'être propices au développement de marais salés et d'herbiers de zostère subtidaux (Annexe / Appendix 7). C'est le cas des herbiers entre Cap Gaspé jusqu'à l'embouchure de la rivière Ristigouche.

Le barachois de Grand-Pabos est colonisé par la zostère qui forme de vastes herbiers le long de certains littoraux saumâtres ou salés (Harvey et Brouard, 1992).

Les anses de Newport et de Gascons et l'intérieur du barachois de Port-Daniel abritent des herbiers de petites dimensions. Dans le barachois de Hopetown, l'herbier de zostère occupe les corridors profonds (Logimer 1985, Jacquaz et al. 1990). Le barachois de Paspédiac est élevé par rapport au zéro marégraphique et le groupement *Spartina patens* domine. La zone infralittorale se limite à un chenal plus ou moins large dépourvu de toute végétation et donc sans zostère (Logimer 1985, Jacquaz et al. 1990). Un seul herbier, épars et de faible densité a été répertorié dans la région de New Carlisle (Lemieux et Lalumière, 1995).

À Bonaventure, la zostère est présente dans le barachois et s'est étendue à l'extérieur de celui-ci, vers Saint-Siméon, remplaçant petit à petit le banc coquillier (F. Hazel, MPO. comm. pers). Les herbiers de zostère poussent dans les trois bassins du barachois (Logimer 1985, Jacquaz et al. 1990) et c'est dans le bassin sud-est que l'herbier est le plus dense. (Conseil Régional de l'Environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine 2004).

discontinuous.

3.7 Gulf / Chaleur Bay (Grande-Rivière to Campbellton)

The estuaries and lagoons behind baymouth bars (this type of area is known as a "barachois" in Québec) – very prevalent in this region – are particularly suitable for the development of saltmarshes and subtidal eelgrass beds, as is evidenced by the eelgrass beds located along the coast between Cap Gaspé and the mouth of the Restigouche River (Annexe / Appendix 7).

The Grand-Pabos barachois has been colonised by eelgrass that grows in vast "meadows" in some brackish or saltwater shoreline areas (Harvey and Brouard 1992).

The coves at Newport and Gascons and the inner barachois at Port-Daniel shelter small eelgrass beds. At Hopetown, the eelgrass bed occupies the deepest corridors (Logimer 1985; Jacquaz et al. 1990). The Paspébiac barachois is elevated, and dominated by the *Spartina patens* group. The subtidal zone is limited to a vegetation-free, more or less broad channel, so no eelgrass grows there (Logimer 1985; Jacquaz et al. 1990). A single eelgrass bed, sparse and of low density, has been recorded in the New Carlisle region (Lemieux and Lalumière 1995).

At Bonaventure, there is eelgrass in the barachois and it has spread outside the barachois towards Saint-Siméon, gradually replacing the shellfish bed (F. Hazel, DFO, pers. comm.). There are eelgrass beds in all three basins of the barachois (Logimer 1985, Jacquaz et al. 1990); the one in the southeastern basin being the densest (Conseil Régional de l'Environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine 2004).

Il y a quelques herbiers discontinus dans la région de Rivière Caplan, le seul de densité moyenne se situe près de l'embouchure de cette rivière (Lemieux et Lalumière, 1995).

La Baie de Cascapédia a le plus grand herbier subtidal répertorié dans l'étude de Lemieux et Lalumière (1995) avec 1629 hectares. Le barachois de Carleton comprend deux entités bien distinctes : le marais et la zone sublittoral. Cette dernière comprend un herbier de zostère de 57 hectares qui se concentre dans le bassin plus profond (Logimer 1985, Jacquaz et al. 1990). Le Conseil Régional de l'Environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine qui a fait un inventaire de cet herbier en 2004 croit qu'il est en progression depuis l'inventaire de 1995.

À l'embouchure de la rivière Ristigouche, près de la baie de Miguasha, il y a des herbiers de zostère continus. Dans la Baie d'Escuminac, les herbiers discontinus et épars sont de plus grandes dimensions et leur densité varie (Lemieux et Lalumière 1995). Dans la baie située entre Oak Bay et Pointe-à-la-Croix, la zostère croît plutôt dans la zone intertidale comme c'est le cas dans l'estuaire du Saint-Laurent.

On retrouve aussi des herbiers de zostère et des colonies d'algues dans d'autres barachois (p. ex. Nouvelle, Saint-Omer et Barachois) de même que le long de la côte de la Baie des Chaleurs, à l'extérieur des barachois. L'information sur ces éléments est toutefois insuffisante pour en permettre la cartographie.

3.8 Golfe / Îles-de-la-Madeleine

Des herbiers de zostère sont présents dans tous les plans d'eau intérieurs de l'archipel (Annexe / Appendix 8). Les principaux étant ceux de la Lagune de la Grande Entrée, de la Lagune du Havre aux Maisons, de la Lagune du Havre aux Basques, dans le Bassin aux Huîtres et dans la Baie du Bassin. De petits

There are a few discontinuous eelgrass beds in the Rivière Caplan area; the only one of moderate density is located near the mouth of this river (Lemieux and Lalumière 1995).

Baie de Cascapédia holds the largest subtidal eelgrass bed recorded in the Lemieux and Lalumière study (1995); it occupies 1,629 hectares. The Carleton barachois has two distinct components – a saltmarsh and a sublittoral zone. The sublittoral zone holds an eelgrass bed, which occupies 57 hectares and is located in the deepest zone (Logimer 1985, Jacquaz et al. 1990). The Conseil Régional de l'Environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine, which conducted a survey of this eelgrass bed in 2004, believes it has been expanding since the 1995 survey.

At the mouth of the Restigouche River, near Miguasha Bay, there are uninterrupted eelgrass beds. In Baie d'Escuminac, the discontinuous and sparse eelgrass beds are larger and their density varies (Lemieux and Lalumière 1995). In the bay between Oak Bay and Pointe-à-la-Croix, eelgrass tends to grow in intertidal areas like in the St. Lawrence estuary.

There are also eelgrass beds and alga colonies in other barachois (for instance, the ones at Nouvelle, Saint-Omer and Barachois) as well as along the shore of Chaleur Bay, outside the barachois. However, there is not enough information about these elements to be able to map them.

3.8 Gulf / Magdalen Islands

There are eelgrass beds in all the inshore waters of the archipelago (Annexe / Appendix 8), the main ones in Lagune de la Grande Entrée, Lagune du Havre aux Maisons, Lagune du Havre aux Basques, in Bassin aux Huîtres and Baie du Bassin. There are also small, sparse eelgrass

herbiers épars sont aussi présents dans la Baie de Plaisance.

En 2004, le Conseil Régional de l'Environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine a fait l'inventaire de la zostère dans les petites baies et sur la rive de la Lagune du Havre aux Maisons. Le suivi réalisé par les étudiants de la Polyvalente des Îles depuis 2005 a aussi permis d'obtenir des données sur la zostère de cette lagune.

En ce qui concerne le Bassin aux Huîtres, une cartographie est retrouvée dans une étude sur l'huître Américaine au Bassin aux Huîtres (Giguère et al. 2006). et des données sur les communautés ichthyennes proviennent du Réseau de suivi de la zostère.

L'inventaire de l'herbier de zostère de la Baie du Bassin a été fait par le MAPAQ en 2000 (non publié). Cet inventaire a été fait avec l'aide d'une caméra sous-marine et la délimitation a été produite par interprétation d'images.

4. L'herbier de la Manicouagan

Les données concernant l'herbier de la péninsule de Manicouagan présentées dans ce document proviennent majoritairement d'une étude de Grant et Provencher (2007) et également de Provencher et Deslandes (non publié).

L'herbier de zostère de la péninsule de Manicouagan est situé sur la rive nord de l'estuaire maritime du Saint-Laurent entre l'embouchure de la rivière aux Outardes et la rivière Manicouagan et est réparti en trois secteurs distincts (Figure 1). La péninsule est soumise à un régime de marée semi-diurne dont l'amplitude moyenne (pleine mer supérieure de marée moyenne) atteint une élévation de 3,0 m. L'herbier s'étend autour du zéro marégraphique et se découvre complètement lors des grandes marées mensuelles de vives-eaux. Il est monospécifique et le développement de son

beds in Baie de Plaisance.

In 2004, the Conseil Régional de l'Environnement de la Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine conducted an eelgrass survey in the little bays and along the shore of the Havre-aux-Maisons lagoon, with follow-up monitoring to obtain data for the Havre-aux-Maisons lagoon being done since 2005 by students enrolled at the Polyvalente des Îles.

As for Bassin aux Huîtres, a map is included in a study on the Atlantic oyster in Bassin aux Huîtres (Giguère et al. 2006). This basin was monitored by the eelgrass network.

The survey of the eelgrass bed in Baie du Bassin was done by MAPAQ (unpublished). This survey was conducted using an underwater camera, and the bed was delimited by interpreting the resulting photos.

4. The Manicouagan eelgrass bed

The data on the Manicouagan peninsula eelgrass bed presented in this document were mostly taken from a study conducted by Grant and Provencher (2007) and another one done by Provencher and Deslandes (unpublished).

The Manicouagan peninsula eelgrass bed is located on the north shore of the lower St. Lawrence estuary between the mouths of Rivière aux Outardes and Rivière Manicouagan and is divided into three distinct sectors (Figure 1). The peninsula is exposed to a semi diurnal tidal system with a mean amplitude (mean high higher water) of 3.0 m. The eelgrass bed spreads along the zero tidal line and is completely exposed during the monthly spring tides. It is monospecific and development of its plant cover is limited by winter ice.

couvert végétal est limité par la présence des glaces en hiver.

L'herbier a été identifié comme écosystème marin d'importance pour une future aire protégée et fera l'objet d'un suivi dans les années à venir.

4.1 Étendue et densité de l'herbier

L'analyse d'images satellitaires IKONOS 2004 (Figure 2) ont permis de définir la superficie (1 463ha) de l'herbier et de visualiser sa configuration (Provencher et Deslandes, non publié). L'herbier s'allonge parallèle à la rive tandis que vers le large, perpendiculaires à la rive, des bandes de zostères alternent avec des bandes de sable. L'herbier est typique des herbiers de faibles profondeurs où les perturbations physiques naturelles (dessiccation, vagues, couvert de glace) sont plus sévères (Frederiksen et al. 2004). L'analyse des images a également permis de délimiter trois classes de densité : trace, éparse et dense. La zostère est dense au centre de l'herbier et éparse sur son pourtour, particulièrement vers le large. Aux bordures les conditions sont moins favorables pour l'implantation de la zostère. Selon Krause-Jensen et al. (2000 et 2003), à faibles profondeurs, ce sont les perturbations physiques qui limitent l'implantation de la zostère. À cela s'ajoutent la durée d'exondation et le type de sédiments (Boese et al. 2005).

4.2 *Zostera marina* : système foliaire et racinaire

Pour l'ensemble des sites échantillonnés aux étés 2004 et 2005 (Grant et Provencher 2007), le développement maximum du système foliaire de la zostère est atteint en août (biomasse et longueur des feuilles) et la densité de tiges augmente de juillet à septembre. Cependant, le nombre de feuilles par tige semble constant tout au cours de la saison et d'un site à l'autre. Il en va de même

The eelgrass bed has been identified as being a significant saltwater ecosystem for a future protected area and will be monitored in the years to come.

4.1 Extent and density of the eelgrass bed

An analysis of 2004 IKONOS satellite images (Figure 2) served to define the surface area of the eelgrass bed and to visualise its shape (Provencher and Deslandes, unpublished). The eelgrass bed is divided into three distinct sectors which together total 1,463 hectares. The eelgrass bed stretches parallel to the shore while farther off shore, the eelgrass grows in bands perpendicular to the shore that alternate with bands of sand. The eelgrass bed is typical of those growing in shallow water where natural disturbances (dessiccation, waves, ice cover) are more severe (Frederiksen et al. 2004). Analysis of the images also served to delimit three density classes: trace, sparse and dense. Eelgrass is dense in the middle of the bed and sparse around its edges, particularly on the open-water side. Conditions around the edges of the bed are less conducive to the establishment of eelgrass. According to Krause-Jensen et al. (2000 and 2003), the establishment of eelgrass in shallow water is hindered by physical disturbances; the duration of exposure and sediment type (Boese et al. 2005).

4.2 *Zostera marina*: Foliage and root systems

At all the sites sampled in the summers of 2004 and 2005 (Grant and Provencher, 2007), the eelgrass foliage system reached maximum development in August (biomass and leaf length) while stem density increased from July to August. However, the number of leaves per stem appeared to remain constant throughout the season, and from one site to the next.

pour la biomasse du système racinaire qui est comparable en juin et septembre. Les faibles proportions observées de tiges reproductrices indiquent que la zostère de l'herbier de la péninsule de Manicouagan est une plante de type pérenne qui utilise une forte proportion de ses ressources pour assurer son maintien par des rhizomes et des racines (Harrison 1979, Robertson et Mann 1984). Pour l'ensemble de l'herbier, et ce pour la plupart des paramètres mesurés, la variation intra-site est souvent importante. Ceci corrobore les résultats de Krause-Jensen et al. (2000) qui démontrent qu'en zones peu profondes, la variabilité naturelle dans un herbier est importante. Les populations sont alors distribuées en fonction des paramètres physiques (vagues, courants, glaces) qui agissent différemment d'un endroit à l'autre.

4.3 Comparaison avec d'autres herbiers

Le tableau 1 compare les moyennes de biomasse des systèmes foliaire (F) et racinaire (R) ainsi que le ratio F : R de l'herbier de la péninsule de Manicouagan à différents herbiers de zostère à travers le monde (de 0° à 60° N). L'herbier de la péninsule de Manicouagan montre une biomasse de feuilles équivalente aux valeurs mesurées dans la plupart des herbiers mentionnés. Par contre, les valeurs de biomasse du système racinaire sont pratiquement deux fois plus élevées que les valeurs moyennes données par Duarte et Chiscano (1999). Les conditions hivernales que subit l'herbier de la péninsule de Manicouagan expliquent probablement ces hautes valeurs de biomasse. Selon Robertson et Mann (1984), le système foliaire étant arraché annuellement par le va-et-vient des glaces hivernales, la plante alloue plus d'énergie au développement du système racinaire, celui-ci n'étant apparemment pas influencé par le couvert de glaces. La zostère est reconnue comme étant très efficace pour emmagasiner des réserves de d'hydrates de carbone (Duarte et al. 2002). Cette énergie

The same is true for the root system biomass, which was comparable in June and September. The small proportions of fruiting stems observed indicate that the eelgrass in the Manicouagan peninsula is a perennial plant that uses a large proportion of its resources to ensure its continued existence by means of rhizomes and roots (Harrison 1979; Robertson and Mann 1984). For the entire eelgrass bed, and for most of the parameters measured, intra-site variations were often considerable. This confirms the findings of Krause-Jensen et al. (2000) who showed that in shallow areas, there is considerable natural variability within an eelgrass bed. In such areas, eelgrass populations are distributed as a function of physical parameters (waves, currents, ice) that act differently from place to place.

4.3 Comparison to other eelgrass beds

Table 1 compares the mean foliage system biomass (F) and the mean root system biomass (R) as well as the F: R ratio of the Manicouagan peninsula eelgrass bed to those of other *Z. marina* eelgrass beds elsewhere in the world (from 0° to 60° N). The foliage biomass of the Manicouagan peninsula eelgrass bed is equivalent to the values measured in most of the eelgrass beds mentioned. In contrast, the root system biomass values are nearly twice as high as the average values given by Duarte and Chiscano (1999). The winter conditions to which the Manicouagan peninsula eelgrass bed is exposed are probably the reason for these high root system biomass values. According to Robertson and Mann (1984), because the foliage system is torn away every year by the movement of winter ice, the plant allocates more energy to developing its root system, since the latter is apparently not affected by the ice cover. Eelgrass is known for being very efficient at storing carbohydrate reserves (Duarte et al. 2002). This energy, stored in the root

mise en réserve dans le système racinaire est nécessaire pour reconstruire le système foliaire au printemps. De plus, la zostère de la péninsule de Manicouagan, qui pousse à de faibles profondeurs, jouit de conditions de luminosité optimales, ce qui lui permet d'allouer une grande quantité d'énergie à la croissance du système racinaire (Hemminga 1998).

Selon Duarte et Chiscano (1999), le ratio F : R est positivement corrélé avec l'augmentation de la latitude des herbiers étudiés. Pourtant, l'herbier de la péninsule de Manicouagan, tout en étant parmi les plus nordiques (49° N), possède un ratio F : R un peu plus bas que la moyenne. Les valeurs élevées de biomasse du système racinaire comparativement à la biomasse du système foliaire abaissent le ratio et expliquent cette contradiction. Parmi les herbiers de zostère compilés par Duarte et Chiscano (1999), peu subissent l'effet des glaces et, lorsque c'est le cas, les conditions hivernales sont moins sévères que pour l'herbier de la péninsule de Manicouagan. Les valeurs de densité de tiges de zostère caractérisant l'herbier de la péninsule de Manicouagan sont parmi les plus élevées. Krause-Jensen et al. (2000) ont démontré que la densité de tiges de zostère augmente à mesure que la profondeur diminue et que, par conséquent, la luminosité augmente.

4.4 Faunes de l'herbier

La caractérisation de l'herbier effectuée en 2004-2005 montre bien l'importance des herbiers de zostère ceinturant la péninsule de Manicouagan tant par la diversité que l'abondance et la biomasse d'organismes qui y vivent. Il apparaît que l'herbier, milieu hétérogène, offre une structure tridimensionnelle favorable à la diversité faunique. L'échantillonnage de la faune a permis de recenser 99 taxons constituant les faunes épiphyte, benthique, suprabenthique et ichtyenne de l'herbier.

system, is needed to rebuild the foliage system in the spring. Moreover, the Manicouagan peninsula eelgrass, which grows in shallow water, enjoys optimal light conditions and it can, therefore, allocate more energy to root system growth (Hemminga 1998).

According to Duarte and Chiscano (1999), the F: R ratio is positively correlated to the increase in the latitude of the eelgrass beds' location. And yet, the Manicouagan peninsula eelgrass bed, although it is one of the northernmost eelgrass beds (49° N), has an F: R ratio slightly lower than the average. The high root system biomass values in comparison to the foliage system biomass lower the ratio, and explain this contradiction. Of the eelgrass beds studied by Duarte and Chiscano (1999), few are exposed to the effect of ice; the few that are exposed face winter conditions that are less severe than those affecting the Manicouagan peninsula eelgrass bed. The eelgrass stem density values that characterise the Manicouagan peninsula eelgrass bed are amongst the highest. Krause-Jensen et al. (2000) showed that eelgrass stem density increases as the water becomes shallower and luminosity increases.

4.4 Marine fauna

The characterisation of the eelgrass bed done in 2004-2005 clearly shows the significance of the eelgrass beds bordering the Manicouagan peninsula in terms of abundance, diversity and biomass of organisms inhabiting these beds. It appears that the eelgrass bed, a heterogeneous environment, provides a three-dimensional structure that fosters wildlife diversity. Marine fauna sampling led to the identification of 99 taxa representing the epiphytic, benthic, suprabenthic and ichthyan fauna that inhabit eelgrass beds.

4.4.1 Faune épiphyte

Les organismes épiphytes prélevés sur les feuilles de zostère sont constitués de 9 taxons et 70 % de l'ensemble des épiphytes sont représentés par les gastéropodes *Littorina saxatilis* et *Littorina obtusata*.

4.4.2 Faune benthique

Trente huit taxons benthiques ont été répertoriés. Les annélides, arthropodes et mollusques sont les embranchements les mieux représentés avec respectivement 17, 13 et 9 taxons et constituent plus de 97 % de l'abondance relative de l'ensemble des organismes benthiques prélevés dans l'herbier. Les espèces constantes de l'herbier sont les mollusques *M. arenaria*, *M. balthica*, *Littorina* sp. et *Mytilus edulis*, l'amphipode *Phoxocephalus holbolli*, le polychète *Nereis virens* et les oligochètes. Les quatre mollusques sont dominants dans tout l'herbier, tant en termes d'abondance que de biomasse.

Comparativement à un milieu non-végétalisé (banc coquillier) situé à proximité de l'herbier, la communauté benthique de l'herbier est plus diversifiée et sa biomasse trois fois plus élevée. Également la composition en espèces diffère largement entre les deux milieux. Comparativement au banc coquillier, l'herbier est un habitat complexe et hétérogène qui procure plus de niches écologiques que les battures sableuses.

Le Tableau 2 permet de comparer les assemblages benthiques de la péninsule de Manicouagan avec ceux d'autres herbiers de *Z. marina* se situant à des latitudes variant de 37° à 60° N. La densité d'organismes benthiques et le nombre d'espèces recensés dans l'herbier de la péninsule de Manicouagan sont parmi les plus élevés. Cependant, l'indice de diversité semble relativement faible pour la péninsule de Manicouagan mais semble néanmoins correspondre, de façon générale, au patron de diminution de la diversité à des latitudes

4.4.1 Epiphytic fauna

The epiphytic fauna sampled on eelgrass leaves represented 9 taxa with the gastropods *Littorina saxatilis* and *Littorina obtusata* accounting for 70% of all the epiphytes identified.

4.4.2 Benthic fauna

Thirty-eight benthic taxa were recorded. Annelids, arthropods and molluscs are the best represented branches of this group, represented respectively by 17, 13 and 9 taxa. They accounted for over 97% of the relative abundance of all benthic organisms sampled in the eelgrass bed. The molluscs *M. arenaria*, *M. balthica*, *Littorina* sp. and *Mytilus edulis*, the amphipod *Phoxocephalus holbolli*, the polychaete *Nereis virens* and the Oligochaeta are the constant species in the eelgrass bed. The four molluscs are dominant throughout the eelgrass bed, in terms of both abundance and biomass.

Compared to a non-vegetated environment (shellfish bed) located near the eelgrass bed, the benthic community in the eelgrass bed is more diversified and its biomass is three times greater. Also, the species composition in the two environments differs widely. Compared to the shellfish bed, the eelgrass bed – a complex and heterogeneous habitat – provides more ecological niches than the sandy foreshore.

Table 2 compares the benthic assemblages of the Manicouagan peninsula to those of other *Z. marina* eelgrass beds located at latitudes varying from 37° to 60° N. Benthic organism density and the number of species recorded in the Manicouagan peninsula eelgrass bed are amongst the highest. However, the diversity index appears to be relatively low for the Manicouagan peninsula although it nevertheless appears to correspond generally to the pattern of dwindling diversity at more northern

plus nordiques (Mattila et al. 1999).

4.4.3 Faune suprabenthique

La faune suprabenthique, essentiellement composée d'amphipodes et de copépodes, compte 40 taxons dans l'herbier. Des individus post-marsupiaux, trop petits pour être identifiés à l'espèce, ont été trouvés, parfois en grand nombre, dans les échantillons; c'est le cas de *Gammarus* sp. qui constitue 41 % de l'abondance relative du suprabenthos en août 2005.

4.4.4 Faune ichtyenne

La liste des poissons inventoriés, à savoir 16 espèces, reflète bien, vu l'intensité de l'échantillonnage aux étés 2004 et 2005, la communauté de poissons visitant l'herbier de zostère marine de Manicouagan. En termes d'abondance, *Gasterosteus aculeatus*, *Ammodytes americanus*, *Clupea harengus*, *Gadus ogac* et *Microgadus tomcod* totalisent respectivement 87,7 % et 95,6 % des prises totales de 2004 et 2005 alors que *M. tomcod*, *G. aculeatus*, *A. americanus*, *G. ogac* et *C. harengus* totalisent 91,2 % de la biomasse totale des prises de 2005. Concernant *Gadus ogac*, il est fort probable qu'il y ait eu erreur d'identification et qu'il s'agit plutôt de *Gadus morhua* juvéniles. Ces deux espèces ont été confondues dans d'autres herbiers de l'estuaire maritime et il s'est avéré, après analyse génétique, qu'il s'agissait de *Gadus morhua*.

À l'été 2005, 69 % des prises étaient des juvéniles. Cette dominance des juvéniles confirme le rôle déjà bien documenté des herbiers de zostère marine comme pouponnière et aire d'élevage de plusieurs espèces (Hemminga et Duarte 2000; Jackson et al. 2001; Lazzari et al. 2003). Parmi les espèces récoltées, *Anguilla rostrata*, *C. harengus*, *G. ogac* (ou *Gadus morhua*), *Limanda ferruginea*, *Myoxocephalus* sp., *Pseudopleuronectes americanus* et *Urophycis tenuis* n'étaient présents qu'au

latitudes (Mattila et al. 1999).

4.4.3 Suprabenthic fauna

The suprabenthic fauna in the eelgrass bed, essentially composed of amphipods and copepods, is represented by 40 taxa. Post-marsupial individuals, too tiny to be identified by species, were found in large numbers in the samples; examples of these include *Gammarus* sp that constituted, in August 2005, 41 % of the relative suprabenthic abundance.

4.4.4 Ichthyan fauna

Given the intensity of the sampling done in the summers of 2004 and 2005, the list of fish recorded – 16 species– is clearly indicative of the fish community present in the Manicouagan peninsula eelgrass bed. In terms of abundance, *Gasterosteus aculeatus*, *Ammodytes americanus*, *Clupea harengus*, *Gadus ogac* and *Microgadus tomcod* together account for 87.7% and 95.6% respectively of the total catches in 2004 and 2005 while *M. tomcod*, *G. aculeatus*, *A. americanus*, *G. ogac* and *C. harengus* account for 91.2% of the total biomass caught in 2005. As for *Gadus ogac*, it is highly likely that an identification error was made and that these individuals were actually juvenile *Gadus morhua*. There was confusion between these two species in other eelgrass beds in the lower estuary and genetic analysis showed the individuals to be *Gadus morhua*.

In the summer of 2005, 69% of the fish caught were juveniles. This dominance by juveniles confirms the already well documented role saltwater eelgrass beds play as nurseries and rearing grounds for a number of species (Hemminga and Duarte 2000; Jackson et al. 2001; Lazzari et al. 2003). Of the species collected, *Anguilla rostrata*, *C. harengus*, *G. ogac* (or *Gadus morhua*), *Limanda ferruginea*, *Myoxocephalus* sp., *Pseudopleuronectes americanus* and *Urophycis tenuis* were

stade juvénile. La très petite taille de *C. harengus* (septembre 2005) et de *G. aculeatus* (août 2005) porte d'ailleurs à croire que ces spécimens étaient des juvéniles de l'année. De surcroît, la quasi-totalité des *C. lumpus* (96 %) était également des juvéniles, exception faite de deux individus, un mature et un indéterminé, récoltés respectivement en juin et juillet. *C. lumpus* pond dans les herbiers de zostère marine, dont ceux de la péninsule de Manicouagan et ce, selon la température de l'eau, en mai ou juin (Naturam Environnement 1999).

Pour certaines des espèces échantillonnées, le stade de maturité dominant change clairement au cours de la saison estivale. C'est le cas des espèces du genre *Gasterosteus*. En début d'été (juin et juillet), les individus récoltés de *G. aculeatus* étaient majoritairement matures alors qu'en fin de saison estivale (août et septembre), les spécimens étaient majoritairement des juvéniles. Cette espèce fraie en eau douce en juin ou juillet (Leim et Scott 1972); *G. aculeatus* profiterait donc du marais de Pointe-aux-Outardes pour le fraie et l'herbier servirait alors d'aire d'élevage et d'alimentation (Naturam Environnement 1999). À l'inverse, l'espèce *G. wheatlandi* fraie plutôt en eau salée (Leim et Scott 1972). Pour cette espèce, bien que la majorité des spécimens récoltés pendant l'été était des individus matures (86 %), quelques juvéniles ont été échantillonnés en août.

Par ailleurs, tous les individus de *A. americanus*, *Pholis gunnellus* et *P. pungitius* étaient matures.

4.5 Évolution de l'herbier de Manicouagan de 1986 à 2004

L'évolution de l'étendue de la zostère depuis les 20 dernières années a pu être évaluée à partir d'une image d'archive du satellite LANDSAT-5, acquise le 26 juillet 1986. Les résultats de cette analyse visuelle ont démontré la nette progression de la zostère,

present only as juveniles. In fact, the very small size of *C. harengus* (September 2005) and *G. aculeatus* (August 2005) lead us to believe that these specimens were juveniles hatched that year. Moreover, almost all of the *C. lumpus* (96%) individuals were also juveniles, except for two – a mature individual and one of undetermined age, collected respectively in June and July. Depending on water temperature, *C. lumpus* lays its eggs in May or June in saltwater eelgrass beds, including the one around the Manicouagan peninsula (Naturam Environnement 1999).

For some of the species sampled, the dominant stage of maturity clearly changes over the course of the summer. This is the case for species belonging to the *Gasterosteus* genus. In early summer (June and July), the *G. aculeatus* collected were mostly mature while at the end of the summer season (August and September), most of the specimens were juveniles. This species spawns in fresh water in June or July (Leim and Scott 1972); *G. aculeatus* apparently uses the Pointe-aux-Outardes marsh as a spawning ground and the eelgrass bed for rearing and feeding (Naturam Environnement 1999). In contrast, *G. wheatlandi* spawns in salt water (Leim and Scott 1972). For this species, although most of the specimens collected during the summer were mature individuals (86%), the few juveniles that were sampled were collected in August.

Furthermore, all the *A. americanus*, *Pholis gunnellus* and *P. pungitius* individuals collected were mature.

4.5 Evolution of the Manicouagan eelgrass bed from 1986 to 2004

Changes in the spread of eelgrass over the last 20 years were assessed using a LANDSAT-5 archive image, acquired on July 26, 1986. The results of this visual analysis show that the eelgrass has clearly spread, primarily in the southwestern

principalement dans la partie sud-ouest de la péninsule de Manicouagan et la formation de nouveaux bancs de zostère (Figure 3). En 1986, la superficie couverte par la zostère était alors de 384 ha comparativement à 1 463 ha en 2004

5. Remerciements

Les auteurs de ce rapport tiennent particulièrement à remercier leurs collègues de Pêches et Océans Canada de la région du Québec pour leur précieuse contribution à ce document : Marie-France Dalcourt, Danielle Dorion, Sophie Roy, François Hazel, Pierre Nellis et Marie-Noëlle Bourassa (SIGHAP).

sector of the Manicouagan peninsula and that new eelgrass beds have become established (Figure 3). In 1986, eelgrass occupied 384 ha compared to the 1,463 ha in 2004.

5. Acknowledgements

The authors of this report especially thank the following colleagues from Fisheries and Oceans, Quebec Region, for their precious contribution to the document: Marie-France Dalcourt, Danielle Dorion, Sophie Roy, François Hazel, Pierre Nellis and Marie-Noelle Bourassa (Fish Habitat Management Information System team).

6. Références/ References

Berg, T. 2000. Quantitative studies of infauna in *Zostera marina* meadows on the Swedish west coast. Biomass and abundance correlated to the organic content of the sediment. M.Sc Thesis. Department of Marine Ecology, Contribution No.114 Göteborg University, 26 p.

Boese, B.L., B.D. Robbins and G. Thursby. 2005. Desiccation is a limiting factor for eelgrass (*Zostera marina* L.) distribution in the intertidal zone of a northeastern Pacific (USA) estuary. Bot. Mar. 48: 274-283.

Boström C. and E. Bonsdorff. 1997. Community structure and spatial variation of benthic invertebrates associated with *Zostera marina* (L.) beds in the northern Baltic Sea. J. Sea Res. 37: 153-166.

Boström, C., E. Bonsdorff, P. Kangas and A. Norkko. 2002. Long-term changes of a brackish-water eelgrass (*Zostera marina* L.) community indicate effects of coastal eutrophication. Est. Coast. Shelf Sci. 55: 795-804.

Boström, C., K. O'Brien, C. Ross and J. Ekebom. 2006. Environmental variables explaining structural and functional diversity of seagrass macrofauna in an archipelago landscape. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 335(1): 52-73.

Bourque M. et J. Malouin. 2009. Guide d'intervention en matière de conservation et de mise en valeur des habitats littoraux de la MRC de Sept-Rivières. Comité ZIP Côte-Nord du Golfe. 155 p + 1 annexe.

Bowden, D.A., A.A. Rowden and M.J. Attrill. 2001. Effects of patch size and in-patch location on the infaunal macroinvertebrate assemblages of *Zostera marina* seagrass beds. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 359: 133-154.

Calderon, I. 1996. Caractérisation de la végétation et de la faune ichtyenne de la baie de Sept-Îles. Document réalisé par la Corporation de protection de l'environnement de Sept-Îles pour Pêches et Océans Canada. 26 p. + 5 annexes.

Calderon, I. 2001. Inventaire du potentiel côtier et marin de la Basse Côte-Nord du Golfe St-Laurent. Document réalisé par le Comité ZIP Côte-Nord du Golfe, 118 p. + 4 annexes.

Comité côtier Les Escoumins à la Rivière Betsiamites. 2004. Inventaire de localisation des bancs de zostère marine dans la zone côtière Les Escoumins à la rivière Betsiamites. 9 p.

Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire. 2008. Guide d'intervention en matière de protection et de mise en valeur des habitats littoraux d'intérêt de la rive nord de l'estuaire maritime (fiches 14 à 20). 8 p. + 7 fiches + annexe.

Conseil Régional de l'Environnement Gaspésie et des Îles-de-la-Madeleine (2004). Inventaire et étude des bancs de zostère marine sur le territoire couvert par les comités de gestion intégrée de la zone côtière de l'Est du Québec.

Dionne, S. 2000. (Sous la direction de.) Plan de conservation des écosystèmes du parc marin du Saguenay-Saint-Laurent. Parcs Canada, parc marin du Saguenay-Saint-Laurent 538 p.

Duarte, C.M. and C.L. Chiscano. 1999. Seagrass biomass and production: a reassessment. Aquat. Bot. 65:159-174.

Duarte, C.M., R. Martínez and C. Barrón. 2002. Biomass, production and rhizome growth near the northern limit of seagrass (*Zostera marina*) distribution. Aquat. Bot. 72(2): 183-189.

Frederiksen, M., D. Krause-Jensen, M. Holmer and J. Laursen. 2004. Long-term changes in area distribution of eelgrass (*Zostera marina*) in Danish coastal waters. Aquat. Bot. 78: 167-181.

Frost, M.T., A.A. Rowden and M.J. Attrill. 1999. Effect of habitat fragmentation on the macroinvertebrate infaunal communities associated with the seagrass *Zostera marina* L. Aquatic Conserv.: Mar. Freshw. Ecosyst. 9 (3): 255-263.

Gagnon, M. et L. Hovington. 1986. Les ressources halieutiques sur le versant nord de la péninsule gaspésienne : distribution et perspectives de développement. Rapp. can. ind. sci. halieut. aquat. 175: x + 108 p.

Giguère, M., C. Duluc, S. Brulotte, F. Hazel, S. Pereira et M. Gaudet. 2006. Inventaire d'une population d'huître américaine (*Crassostrea virginica*) dans le Bassin aux Huîtres aux Îles-de-la-Madeleine en 2005. Rapport manuscrit. vi + 21 p.

Grant, C. et L. Provencher, 2007. Caractérisation de l'habitat et de la faune des herbiers de *Zostera marina* (L.) de la péninsule de Manicouagan (Québec). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 2772 : viii + 65 p.

Harrison, P.G. 1979. Reproductive strategies in intertidal populations of two co-occuring seagrasses (*Zostera* spp.). Can. J. Bot. 57(23): 2635-2638.

Harvey B.-P., D. Hardy, P. Bernard, L. Millot, D. Gamache, M. Laflamme et G. Verreault. 1995. Caractérisation physico-chimique et biologique de l'habitat du poisson du barachois de Malbaie. Rapport présenté pour le Club des ornithologues de Gaspé inc. Par les consultants en environnement Argus inc. 61 p + annexes + cartes.

Harvey, C. et D. Brouard. 1992. Étude exploratoire du barachois de Chandler: aspects biophysiques et contamination. Rapport présenté à Environnement Canada, Direction de la protection de l'environnement région du Québec. 39 p. et annexes.

Hemminga, M.A. 1998. The root/rhizome system of seagrasses: an asset and a burden. J. Sea Res. 39: 183-196.

Hemminga, M.A. and C.M. Duarte. 2000. Seagrass ecology. Cambridge University Press. U.K. 298 p.

Heppell M., I. Picard, F. Bélisle et C.Théberge. 2000. Guide d'intervention en matière de protection et de mise en valeur des habitats littoraux d'intérêt de la rive-nord de l'estuaire

maritime. Version finale présentée au Comité ZIP de la rive nord de l'estuaire. 7 p. + 13 fiches + annexes.

Hily, C. and M. Bouteille. 1999. Modifications of the specific diversity and feeding guilds in an intertidal sediment colonized by an eelgrass meadow (*Zostera marina*) (Brittany, France). C.R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la vie. 322: 1121-1131.

Jackson, E.L., A.A. Rowden, M.J. Attrill, S.J. Bossey and M.B. Jones. 2001. The importance of seagrass beds as a habitat for fishery species. Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev. 39: 269-303.

Jacquaz, B., L. Couillard, M. Pelletier, M. Sarrazin et G. Walsh. 1990. Étude bio-physique de l'habitat du poisson de quatre barachois de la Baie des Chaleurs. Rapp. manus. can. sci. halieut. aquat. 2089 : xii + 130 p.

Joseph-Haché, V. 2001. Spatial and temporal distribution of fishes and decapods in and around eelgrass (*Zostera marina* L.) habitats of Kouchibouguac estuary, Canada. M.Sc Thesis. Mount Allison University, Sackville.

Krause-Jensen, D., A.L. Middelboe, K. Sand-Jensen and P.B. Christensen. 2000. Eelgrass, *Zostera marina*, growth along depth gradients : upper boundaries of the variation as a powerful predictive tool. Oikos. 91(2): 233-244.

Krause-Jensen, D., M.F. Pedersen and C. Jensen. 2003. Regulation of eelgrass (*Zostera marina*) cover along depth gradients in Danish coastal waters. Estuaries. 26: 866-877.

Lalumière, R. 1991. Distribution et caractérisation bioécologique de quelques zostéraies de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent. Rapport présenté au Service canadien de la faune, Environnement Canada, 56 p.

Lalumière, R., D. Messier, J.J. Fournier and C.P. McRoy. 1994. Eelgrass meadows in a low arctic environment, the northeast coast of James Bay, Quebec. Aquat. Bot. 47(3-4): 303-315.

Lazzari, M.A., S. Sherman and J.K. Kanwit. 2003. Nursery use of shallow habitats by epibenthic fishes in Maine nearshore waters. Est. Coast. Shelf Sci. 56: 73-84.

Leim, A.H. et W.B. Scott. 1972. Poissons de la côte Atlantique du Canada. Office des recherches sur les pêcheries du Canada, Ottawa. 525 p.

Lemieux, C. 1996. Acquisition de connaissances des habitats côtiers dans la région de Rimouski (1995). Rapport du Groupe-conseil Génivar inc. pour la Division de la gestion de l'habitat du poisson, Ministère des Pêches et des Océans, 52 p. + 2 annexes.

Lemieux, C. et R. Lalumière. 1995. Répartition de la zostère marine (*Zostera marina*) dans l'estuaire du fleuve Saint-Laurent et dans la Baie des Chaleurs (1994). Rapport présenté au Service canadien de la faune, Environnement Canada, préparé par le Groupe-conseil Génivar inc. 58 p.

Logimer. 1985. Développement d'un programme de conservation et de reconstitution des habitats lagunaires gaspésiens. Rapport présenté à Pêches et Océans Canada, section Habitat du poisson. 306 p.+ annexes.

Mattila, J., G. Chaplin, M.R. Eilers, K.L. Heck Jr, J.P. O'Neal and J.F. Valentine. 1999. Spatial and diurnal distribution of invertebrate and fish fauna of a *Zostera marina* bed and nearby unvegetated sediments in Damariscotta River, Maine (USA). J. Sea Res. 41(4): 321-332.

MPO. 2006. Identification des espèces et des attributs des communautés d'importance écologique. Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2006/041.

MPO. 2009. La zostère (*Zostera marina*) remplit-elle les critères d'espèce d'importance écologique? Secr. can. de consult. sci. du MPO. Avis sci. 2009/018.

Naturam Environnement. 1999. Caractérisation biophysique, socio-économique et détermination des enjeux dans un secteur potentiel pour l'identification d'une zone de protection marine pilote: portion ouest de la MRC Manicouagan. Baie-Comeau. 311 p.

Orth, R.J. 1973. Benthic infauna of eelgrass, *Zostera marina*, beds. Chesapeake Sci. 14: 258-269.

Pesca. 1996. Caractérisation physico-chimique, hydrodynamique et biologique des habitats du poisson du barachois de Malbaie. Rapport final présenté au Club des ornithologues de la Gaspésie inc. 114 p.

Robertson, A.I. and K.H. Mann. 1984. Disturbance by ice and life-history adaptations of the seagrass *Zostera marina*. Mar. Biol. 80: 131-141.

Tremblay, J.-P. 2006. Plan de protection et de mise en valeur des battures de l'anse Saint-Jean. Comité ZIP Saguenay. 36 p + annexes.

Tremblay, J.-P. 2007. Plan de protection et de mise en valeur des battures de l'anse Saint-Étienne. Comité ZIP Saguenay. 43 p.

Vaillancourt M.-A. et C. Lafontaine. 1999. Caractérisation de la Baie Mitis. Rapport produit pour les Jardins de Métis, 186 p.

Tableau 1 : Comparaison de la biomasse des systèmes foliaire et racinaire de la zostère marine, de la densité de tige et du ratio F : R.

Table 1: Comparison of eelgrass foliage and root system biomasses, stem density and F: R ratio.

Localisation / Location	Biomasse des feuilles (g/m^2) / Leaf biomass (g/m^2)	Biomasse des racines (g/m^2) / Root biomass (g/m^2)	Densité tiges (nombre/m^2) / Stem density (number/m^2)	Ratio F : R / F: R ratio
(1) plusieurs pays (0 à 60° N) / Several countries (0 to 60° N)	150	298	—	0,5
(2) Finlande / Finland	49	48	332	1
(3) Norvège / Norway	140	—	2727-4267	—
(4) Bretagne, France / Brittany, France	145	485	360	0,3
(5) Maine, États-Unis / Maine, United States	56	198	335	0,3
(6) Nouvelle-Écosse / Nova Scotia	150	175	—	1
(7) Estuaire Kouchibouguac, Nouveau-Brunswick / Kouchibouguac estuary, New Brunswick	200-300	—	150-600	—
(8) L'Isle-Verte, Québec / L'Isle-Verte, Quebec	234	—	1600	—
(9) Baie James, Québec / James Bay, Quebec	30-675	—	50-1500	—
(10) Péninsule Manicouagan, Québec / Manicouagan peninsula, Quebec	163	472	1188	0,3

Les valeurs sont des moyennes et/ou une échelle de valeurs moyennes. Selon les études, l'échantillonnage a été réalisé à différentes périodes dans des herbiers de *Z. marina* intertidaux ou subtidaux. De ce fait, ce tableau est donné à titre indicatif, non exhaustif. (1) Duarte and Chiscano 1999; (2) Boström et al. 2006; (3) Duarte et al. 2002; (4) Hily and Bouteille 1999; (5) Mattila et al. 1999; (6) Robertson and Mann 1984; (7) Joseph-Haché 2001; (8) Lalumière 1991; (9) Lalumière et al. 1994 et (10) Grant et Provencher (2007).

The values are averages and/or mean mathematical expectations. Sampling times varied for the intertidal and subtidal Z. marina eelgrass beds. Consequently, this table is provided simply as a guide, and is not exhaustive. (1) Duarte and Chiscano (1999), (2) Boström et al. 2006; (3) Duarte et al. (2002), (4) Hily and Bouteille 1999; (5) Mattila et al. 1999; (6) Robertson and Mann 1984; (7) Joseph-Haché 2001; (8) Lalumière 1991; (9) Lalumière et al. 1994 et (10) Grant et Provencher 2007.

Tableau 2 : Comparaison de la densité, du nombre d'espèces et de la diversité (indice de diversité de Shannon-Wiener) des assemblages de la macrofaune dans des herbiers de zostère. Modifié de Boström et al. 2006.

Table 2: *Comparison of the density, number of species and diversity (Shannon-Wiener diversity index) of macro fauna assemblages in eelgrass beds, modified from Boström et al. 2006.*

Localisation / Location	**Densité (ind/m²) / Density (ind/m²)**	**Nombre d'espèces (ou taxons) / Number of species (or taxa)**	**Indice de diversité (H') / Diversity index (H')**
(1) Bretagne, France / Brittany, France	2232	65,3	3,6
(2) Chesapeake Bay, Etats-Unis / Chesapeake Bay, United States	985	42,3	3,4
(3) Maine, Etats-Unis / Maine, United States	2693	4,5	1,1
(4) Iles de Scilly, Royaume-Uni / Isles of Scilly, United Kingdom	7194-26 706	14	1,2-2,4
(5) Devon, Royaume-Uni / Devon, United Kingdom	7257	19	2,5
(6) Gullmarsfjord, Suède / Gullmarsfjord, Sweden	48 862-130 708	23-30	1,5-2,1
(7) Åland Islands, Finlande / Åland Islands, Finland	24 994-52 682	5,9-8,8	1,7-2,5
(8) Péninsule Hanko, Finlande / Hanko Peninsula, Finland	13 000-30 000	12,7	1,5
(9) Archipelago Sea, Finlande / Archipelago Sea, Finland	15 500-76 170	5,6-10,8	1,1-1,7
(10) Péninsule de Manicouagan, Québec / Manicouagan peninsula, Quebec	14 858	38	1,83

Les valeurs sont des moyennes et/ou une échelle de valeurs moyennes. Les techniques d'échantillonnage varient d'une étude à l'autre. Ce tableau est donné à titre indicatif, non exhaustif. (1) Hily and Bouteille 1999; (2) Orth 1973; (3) Mattila et al. 1999; (4) Bowden et al. 2001; (5) Frost et al. 1999; (6) Berg 2000; (7) Boström and Bonsdorff 1997; (8) Boström et al. 2002; (9) Boström et al. 2006 et (10) Grant et Provencher 2007.

The values are averages and/or or mean mathematical expectations. Sampling techniques varied from study to study. Consequently, this table is provided simply as a guide, and is not exhaustive. (1) Hily and Bouteille 1999; (2) Orth 1973; (3) Mattila et al. 1999; (4) Bowden et al. 2001; (5) Frost et al. 1999; (6) Berg 2000; (7) Boström et Bonsdorff 1997; (8) Boström et al. 2002; (9) Boström et al. 2006 et (10) Grant et Provencher 2007.

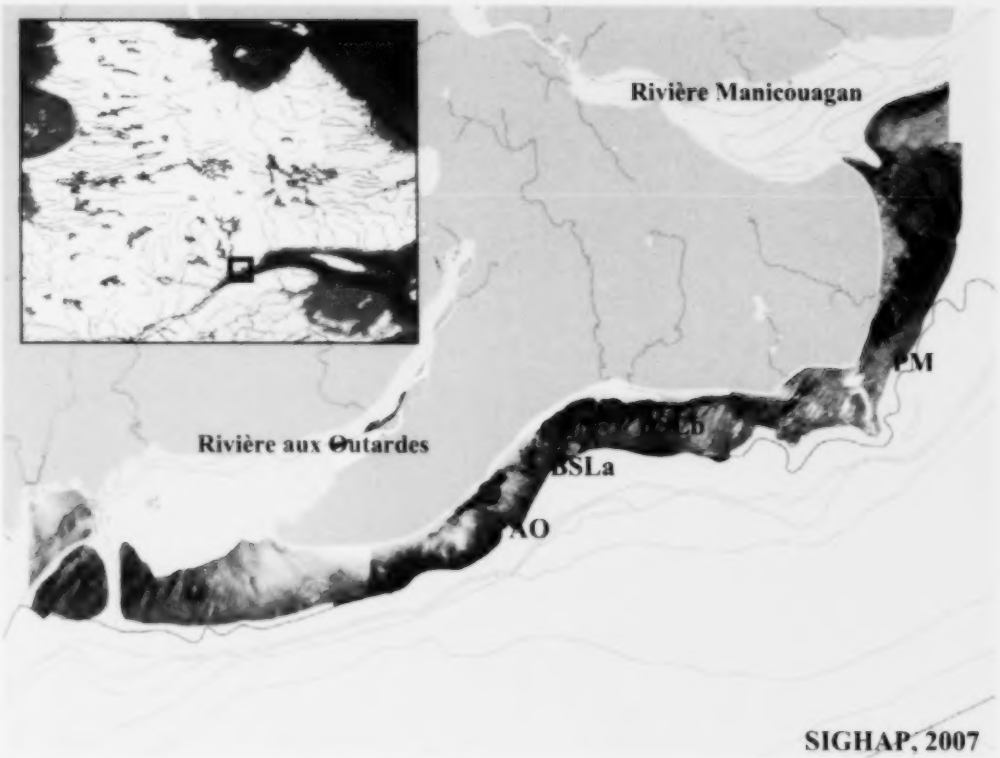


Figure 1 : Répartition de l'herbier autour de la péninsule Manicouagan (PAO = secteur Pointe-aux-Outardes, BSL = secteur de la baie Saint-Ludger et PM secteur de la pointe Manicouagan).

Figure 1: Distribution of the eelgrass bed around the Manicouagan peninsula. (PAO = Pointe-aux-Outardes, BSL = baie Saint-Ludger and PM = pointe Manicouagan).

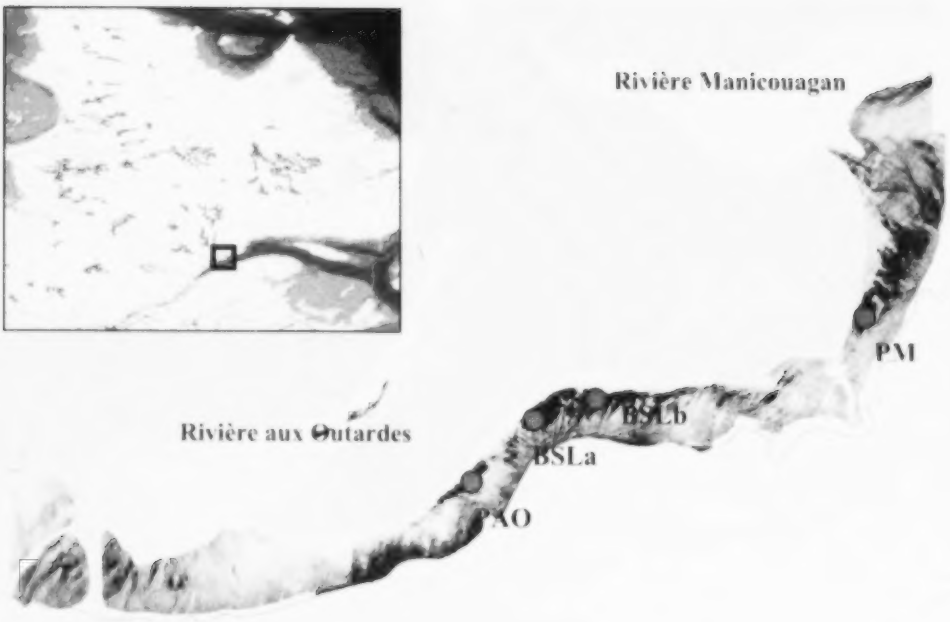


Figure 1 : Répartition de l'herbier autour de la péninsule Manicouagan (PAO = secteur Pointe-aux-Outardes, BSL = secteur de la baie Saint-Ludger et PM secteur de la pointe Manicouagan).

Figure 1: Distribution of the eelgrass bed around the Manicouagan peninsula. (PAO = Pointe-aux-Outardes, BSL = baie Saint-Ludger and PM = pointe Manicouagan).

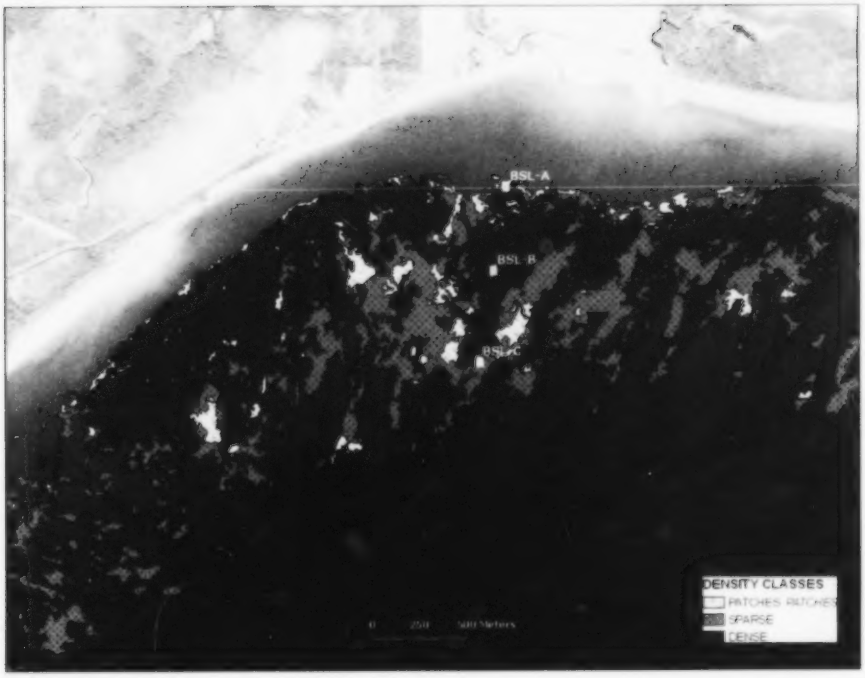


Figure 2. Carte de la densité de la zostère marine pour le secteur de Baie Saint-Ludger (BSL) produite à partir des images IKONOS 2004.

Figure 2: Map showing eelgrass density in the Baie Saint-Ludger (BSL) sector produced based on 2004 IKONOS satellite images.

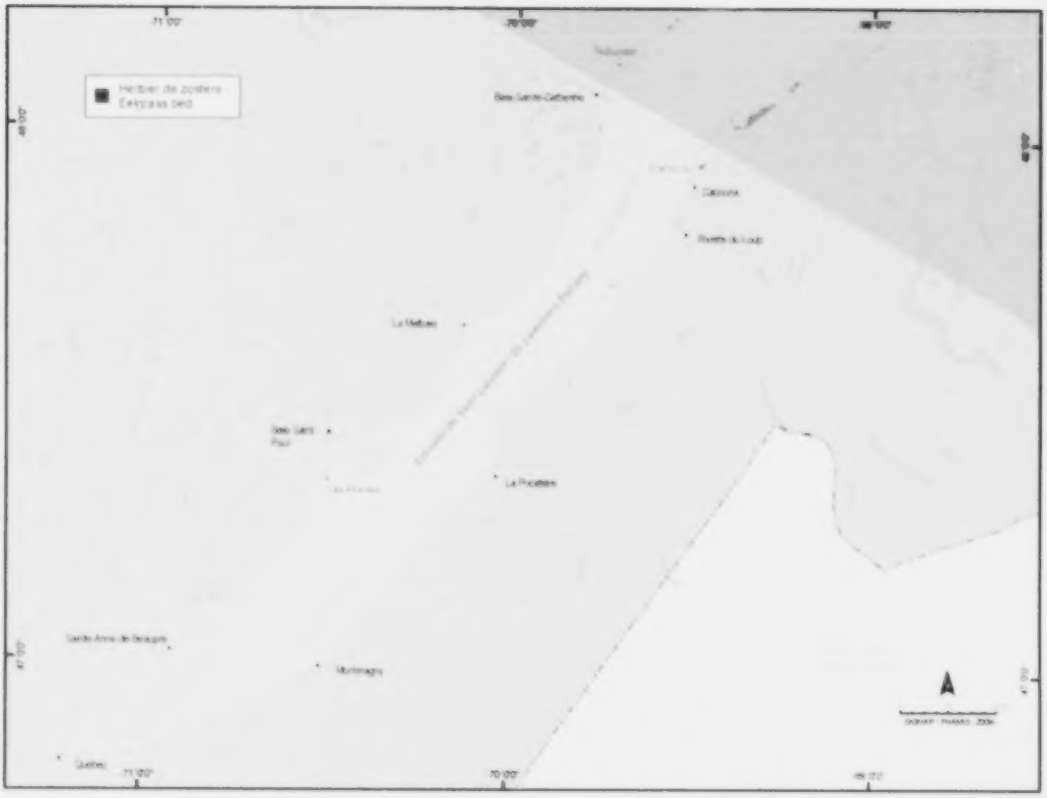
Figure 3. Évolution de la distribution spatiale de la zostère marine de la péninsule de Manicouagan entre 1986 (rouge), 2002 (rose) et 2004 (toutes couleurs) obtenue par segmentation et analyse des images LANDSAT-5 (1986), ASTER (2002) et IKONOS (2004).

Figure 3. Evolution in the spatial distribution of Manicouagan peninsula eelgrass from 1986 (red) to 2002 (pink) to 2004 (all colours) obtained through segmentation and analysis of LANDSAT-5 (1986), ASTER (2002) and IKONOS (2004) satellite images.

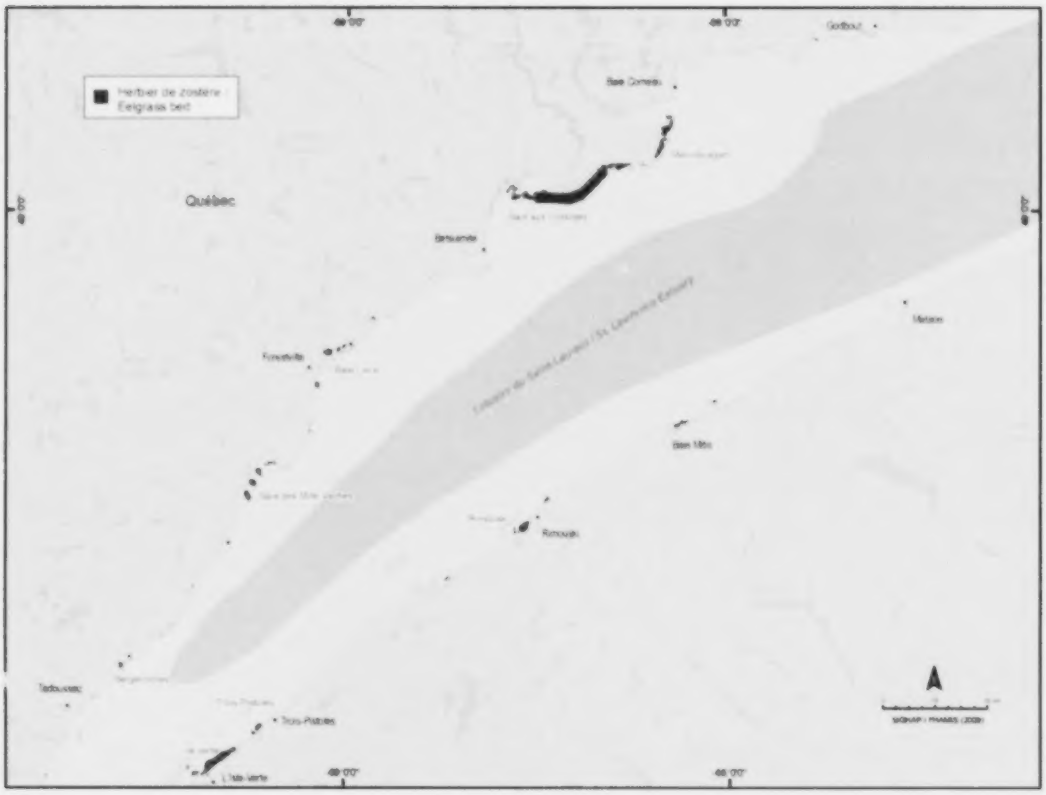
7. Annexes/Appendices

Annexe / Appendix 1: Distribution des herbiers de zostère dans l'estuaire et dans le golfe Saint-Laurent du Québec / Distribution of eelgrass beds in the estuary and Gulf of St. Lawrence in Québec

Annexe / Appendix 2 : Distribution des herbiers de zostère dans l'estuaire moyen / Distribution of eelgrass beds in the upper estuary



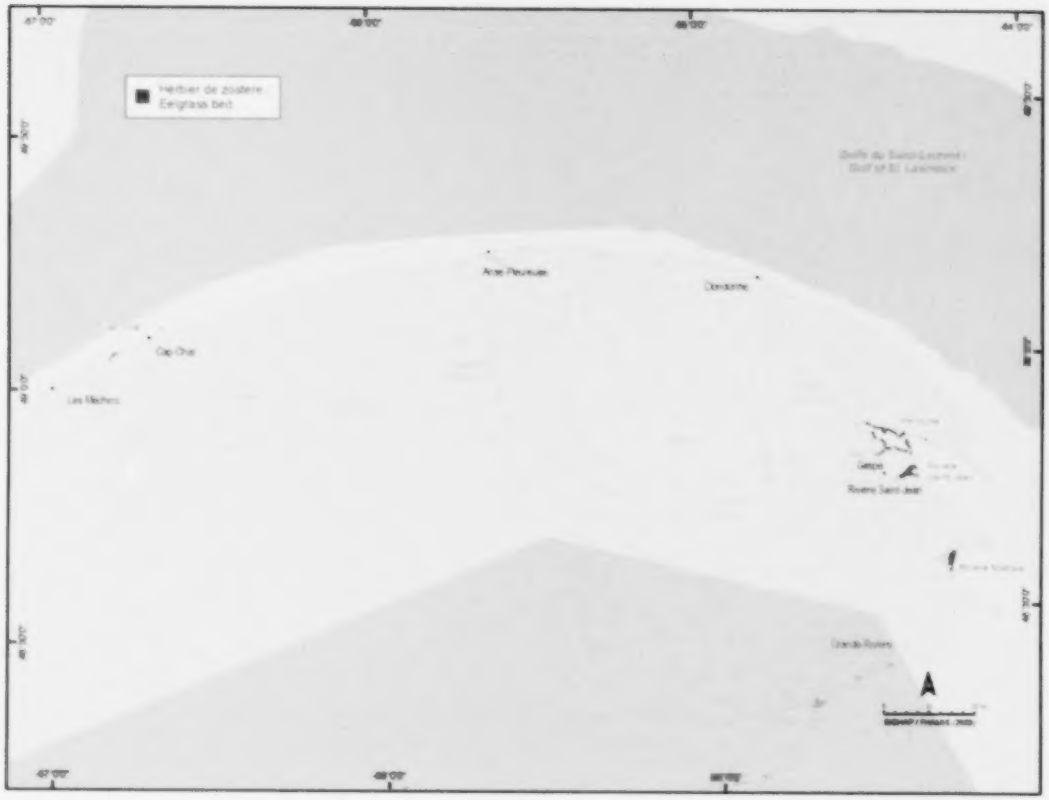
Annexe / Appendix 3 : Distribution des herbiers de zostère dans l'estuaire maritime / Distribution of eelgrass beds in the lower estuary



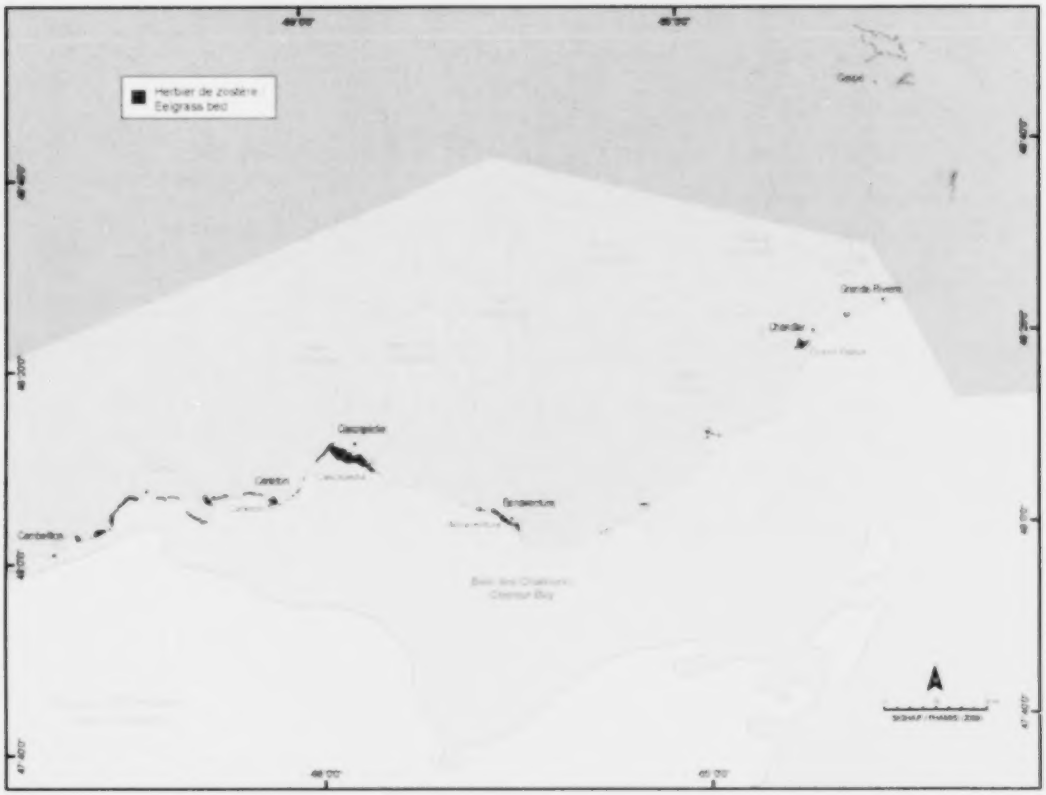
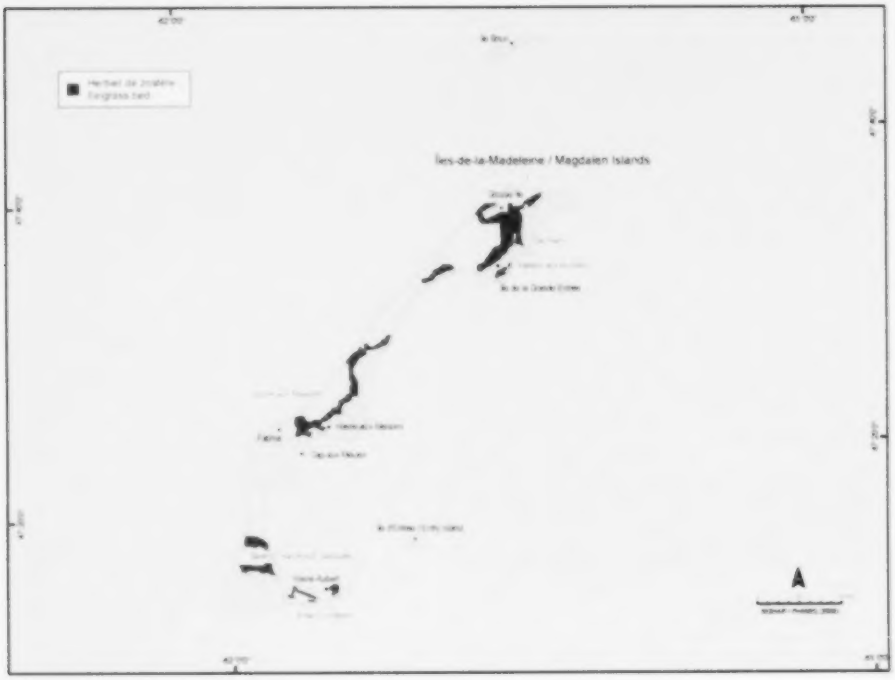
Annexe / Appendix 4 : Distribution des herbiers de zostère dans le golfe: Moyenne-Côte-Nord / Distribution of eelgrass beds in the Gulf : Middle North Shore

Annexe / Appendix 5 : Distribution des herbiers de zostère dans le golfe: Basse-Côte-Nord / Distribution of eelgrass beds in the Gulf : Lower North Shore

Annexe / Appendix 6 : Distribution des herbiers de zostère dans le golfe: péninsule gaspésienne / Distribution of eelgrass beds in the Gulf : Gaspé Peninsula



Annexe / Appendix 7 : Distribution des herbiers de zostère de la Baie des Chaleurs / Distribution of eelgrass beds in Chaleur Bay



Annexe / Appendix 8 : Distribution des herbiers de zostère aux Îles-de-la-Madeleine / Distribution of eelgrass beds off the Magdalen Islands